

UTILITZACIÓ D'INDICADORS
D'ACCESSIBILITAT EN L'ANÀLISI DE LA
XARXA VIÀRIA DE CATALUNYA

GRAU EN GEOGRAFÍA I ORDENACIÓ DEL TERRITORI

Treball Fi de Grau de

Daniel Balsells Llorc.

Tutora: M^a Pilar Alonso Logroño.

Índex de continguts

Introducció	3
1. Conceptes d'accessibilitat	8
2. Components de l'accessibilitat	13
2.1 Introducció	13
2.2 El component de transport de l'accessibilitat	13
2.2.1 Introducció	13
2.2.2 Temps, cost i esforç	14
2.2.3 Decadència de la distància	15
2.3 El component d'ús del sòl de l'accessibilitat	17
2.3.1 Introducció	17
2.4 El component temporal de l'accessibilitat	17
2.5 El component individual de l'accessibilitat	18
2.6 Descripció general dels components	19
3. Mesures d'accessibilitat	20
3.1 Introducció	20
3.2 Mesures d'accessibilitat basades en infraestructures	20
3.3 Mesures d'accessibilitat basades en l'activitat	23
3.3.1 Introducció	23
3.3.2 Mesures de distància	23
3.3.3 Mesures de contorn	24
3.3.4 Mesures d'accessibilitat potencials	26
3.3.5 Mesures d'accessibilitat de la geografia de l'espai-temps	30
3.4 Mesures d'accessibilitat basades en la utilitat	33
3.4.1 Descripció	33
3.4.2 Aplicacions	33
3.4.3 Avantatges / desavantatges de les mesures basades en la utilitat	33
4. Anàlisi de l'accessibilitat a Catalunya	34
4.1. Metodologia	37
4.2. Resultats	44
Conclusions	54
Bibliografia	57

INTRODUCCIÓ

El que em va inspirar a portar a terme aquest treball d'investigació de Fi de Grau, va ser entre d'altres aspectes perquè la geografia és una disciplina centrada a analitzar la interrelació entre fenòmens físics, humans i socials dins d'un mateix territori.

A partir d'aquí, pel que fa a l'àmbit social relacionat a tot el que envolta els habitants d'una societat, es pot incloure el tema que interessa treballar que és l'ús que es fa del transport que ajuda a cohesionar territoris.

La temàtica de les interrelacions entre infraestructures de transport, territori i societat, és un dels aspectes que preocupa a molts geògrafs donat que són necessàries per a analitzar el grau de desenvolupament de molts espais. Les vies de transport faciliten les relacions comercials, socials, culturals, fins i tot turístiques ja que aproximen persones i territoris per desenvolupar-se com a societat, garantint la capil·laritat territorial, la seva absència o la seva mala qualitat poden contribuir a l'aïllament i a la manca de desenvolupament.

Relacionant totes les interaccions que sorgeixen en els territoris, les vies de transport i la mobilitat de la població hi intervé un concepte, l'accessibilitat, terme sense una única definició. Es per això que l'**accessibilitat territorial** és un element cabdal gràcies al qual es pot analitzar com en són d'importants els transports per al desenvolupament de les activitats humanes. L'accessibilitat no és res més que la relació entre uns punts concrets respecte a uns altres dins d'un mateix territori i que es mesura segons les qualitats de les comunicacions i per tant la seva facilitat de interconnexió.

L'accessibilitat, per tant, és un concepte associat als indrets, a la possibilitat d'obtenir un bé, un servei o per extensió s'utilitza per indicar una facilitat d'accés per als usuaris o serveis per un determinat lloc (Alonso et al. 2013). L'accessibilitat ha d'ajudar-nos a superar la dificultat/facilitat dels desplaçaments, precisament en la denominada societat de la mobilitat, per tant, és un concepte de gran importància, i l'apropament de la qual, com és la intenció de poder demostrar en aquest treball pot ser molt variat.

Un dels reptes principals que suposa l'apropament al tema de l'accessibilitat són les diferents formes de mesurar-la. Són moltes les aproximacions al tema, cal destacar els indicadors proposats per Calvo et al.(1992) sobre l'accessibilitat als diferents punts del territori segons la xarxa d'infraestructura o el treball de El-Geneidy i Levinson (2011) on es recullen diferents tipus de mesures, o el treball de Hansen de 1959, recolzat amb models gravitacionals pel càlcul de les accessibilitats, o el resum de mesures recollides de manera organitzada per K.T. Geurs i J.R. Risema van Eck en el seu treball del 2001. En aquests treballs sobre indicador es troba com a element comú la necessitat de mesurar la facilitat de relació entre punts de llocs diferents.

A l'hora d'apropar-se a l'accessibilitat hi ha un aspecte bàsic per treballar-la que és el que té a veure amb el component físic, és a dir, com estan distribuïts sobre el territori els diferents punts que es vol analitzar. Però en el plantejament de l'accessibilitat, no sols s'ha de tenir en compte la distribució dels punts sobre el territori, hi ha un element bàsic a utilitzar que és el terme impedància, que és una magnitud que s'aplica per calcular la dificultat que hi ha en una xarxa de transport tant des del punt de vista de temps, distància, cost,...I es aquí on sorgeixen les discrepàncies en el concepte d'accessibilitat, donat que els diferents indicadors plantejats per aquest concepte varien en la forma d'abordar la impedància, des de mesurar-la en distància o temps, o com plantejava Hansen (1959), aplicar una funció d'impedància per avaluar el cost del viatge a les possibles destinacions.

En la part del treball pràctic que s'ha elaborat, per tant, aquesta magnitud serà un aspecte que s'haurà de decidir en els diferents apropaments que es realitzin per al càlcul de l'accessibilitat. En aquest treball, tot i ser conscients de la importància que tenen aquestes magnituds, les limitacions que s'han tingut a l'hora d'aconseguir-les ha fet limitar la seva utilització. Pel que fa a la variable del temps que és un valor intrínsec si es parla de mesurar distàncies d'uns territoris a uns altres, en aquest cas no s'ha introduït perquè les dades que registren el temps per recórrer una distància concreta en una via concreta sols es troben disponibles mitjançant l'eina SIMCAT que és el Sistema d'Informació i modelització per a l'avaluació de polítiques territorials a Catalunya, la qual no s'ha pogut aconseguir. També es podria haver fet un càlcul de la velocitat mitjana per tipus de carreteres, valorant el tema de la presència d'accidents físics, punts de muntanya, limitacions de vies urbanes, etc....però aquesta tasca laboriosa s'ha pensat que excedeix del treball plantejat per a aquest treball de fi de grau.

Per això, en el cas que ens ocupa la impedància està representada mitjançant l'**indicador de distància** de desplaçament d'uns punts a uns altres del territori català, i en concret referit a la **xarxa de transport viària**. Dins d'aquesta hi ha multitud de tipus de mitjans de transport terrestre, encara que en aquest cas no es tindran en compte ja que no és l'objectiu d'aquest estudi, entre d'altres motius perquè no es disposa de les dades necessàries en obert ja que només tenen accés a nivell català els tècnics del SIMCAT. A més a més les diferències entre mitjans de transport, no serà tant per l'accessibilitat de distància, com de temps, aspecte el qual aquí no es treballarà, encara que sí que s'és conscient de la significació que té en la societat actual. Més endavant, si s'aconsegueixen aquestes informacions, s'intentarà l'aplicació d'indicadors per aquesta impedància, cosa que amb el temps permetria valorar millor els desplaçaments i els corresponents mitjans de transport.

Amb tot això, l'objectiu d'aquest estudi és apropar-se a les formes de mesurar l'accessibilitat per veure la seva gran varietat, que en part va relacionada a diferents tipus d'interpretacions del propi concepte. Juntament amb això s'intentarà fer una aproximació a la particular dificultat d'aquest indicador, a través de plantejar el desenvolupament d'una d'aquestes mesures de l'accessibilitat dels territoris de l'ús de les infraestructures de comunicació, en concret de les carreteres i observar la influència que la menor o major accessibilitat té en les dinàmiques intercomarcals i intermunicipals de l'àmbit català pel que fa a la Geografia del Transport (Willigers, 2006: 54), és a dir el pilar bàsic pel qual els diferents territoris interaccionen entre ells tant pel que fa al moviment de persones com a l'intercanvi de béns de consum. Per l'estudi d'aquest cas es prendrà com a referència la Comunitat Autònoma de Catalunya i, com s'ha comentat, està centrat en la xarxa viària que inclou els diferents tipus de carreteres que travessen Catalunya: nacionals, comarcals i locals.

Tal i com s'ha mencionat abans, la importància de l'**accessibilitat territorial** és l'eix central d'aquest estudi, per tant, en els punts 1, 2 i 3 es fa una explicació, primer dels conceptes d'accessibilitat, és a dir, les seves principals definicions teòriques, per seguir amb els components de l'accessibilitat que són tots aquells elements fonamentals que s'engloben dins l'accessibilitat, i per passar al punt 3 que són les mesures d'accessibilitat especificades en tres grups: en primer lloc mesures d'infraestructures que són totes les relacionades amb les polítiques de transport, en segon lloc les mesures de les activitats diàries de les quals fan ús els ciutadans i que es basen a partir de la planificació urbana i de transport, per acabar amb les mesures basades en la utilitat, és a dir, en les opcions de transport de les quals disposen els ciutadans i que ells trien segons les pròpies necessitats d'ús individuals.

Tota aquesta part és una revisió teòrica i conceptual, per la seva elaboració s'ha utilitzat com a guia un estudi portat a terme a la universitat d'Utrecht, Holanda per K.T. Geurs i J.R. Risema van Eck, titulat *Accessibility measures: review and applications* (mesures d'accessibilitat: revisió i aplicacions), però es va anar per fases, primer buscant informació a nivell català, després a països de parla hispana però hi havia estudis on la part conceptual no estava el suficientment desenvolupada. Per continuar la recerca però en anglès ja que no es trobava la informació que interessava. Llavors, entre els diferents resultats es va trobar el més apropiat per a l'objectiu d'aquest treball que va ser aquesta guia de la Universitat d'Utrecht i que per tant, va suposar traduir un bon nombre de seccions prèviament seleccionades. Tota la bibliografia consultada s'ha inclòs en darrer apartat. Aquesta cerca és ja de per sí una tasca important que forma part d'aquest treball, i en la qual es pot trobar el tema de la revisió d'indicadors per a l'anàlisi de l'accessibilitat.

En canvi a partir de l'apartat 4 es dóna pas a la secció pràctica centrada en l'accessibilitat a Catalunya que permetrà comprovar la tasca a l'hora d'analitzar aquesta mesura de relació entre territoris. Per a fer això, no només s'ha fet el càlcul de l'indicador en sí, sinó que s'ha procedit, a través de l'eina cartogràfica a la seva representació. Tal i com s'ha dit abans de les dificultats de trobar estudis amb els quals poder-nos basar, en el cas de Catalunya vam trobar-nos en la mateixa situació, per això, en l'apartat 4 s'inclou una petita però detallada guia metodològica amb la qual poder realitzar els càlculs d'accessibilitat els quals són l'objecte d'aquest estudi.

Com que el nostre interès era per veure els resultats de l'indicador triat sobre el territori, es va recórrer també a la recerca d'eines internes dins d'un Sistema d'Informació Geogràfica per al càlcul corresponent. Per tant, per saber quina metodologia utilitzar vaig consultar les eines disponibles en software especialitzat SIG, que en aquest cas és el software ArcGIS de l'empresa americana ESRI. Llavors, de la gran quantitat d'eines que s'ofereixen es va seleccionar les que em permetien dur a terme els càlculs. A partir d'aquí es va procedir a iniciar la posada en pràctica de la metodologia a seguir, val a dir que tot i havent decidit quines eines utilitzar, això no va significar que se sabés amb concreció quins i de quina manera s'havien de realitzar els passos necessaris. Per tant, el descobriment de la metodologia es va convertir en un exercici continu d'assaig-error amb el que això significa d'hores de dedicació. I a poc a poc es va poder anar elaborant la metodologia que es descriu detalladament pas a pas, en l'apartat 4.1.

Pel que fa referència al darrer apartat de resultats fa referència als càlculs resultants de l'aplicació de la metodologia i que estan representats en els mapes mostrats amb els corresponents índexs sintètics d'accessibilitat plasmats en les seves llegendes .

Per portar a terme la part pràctica d'aquest estudi s'ha necessitat una capa completa digitalitzada de la xarxa viària catalana , una capa amb les localitzacions que es volen analitzar, que en aquest cas correspon als nuclis municipals o a través de la creació de centroides, és a dir, punts que corresponen al centre de cada zona geogràfica, que en un cas es tracta dels termes municipals, en l'altre de les comarques i finalment en una subdivisió que s'ha fet per quadrants a nivell de tot Catalunya, la qual cosa està descrita en detall en l'apartat 4.2.

Per a l'obtenció de la capa digitalitzada es van consultar diferents servidors d'informació Espacial, concretament, l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya i el Instituto Geográfico Nacional, però malauradament no disposaven d'una capa completa i fiable. Per tant, es va recórrer al Servei Científico-Tècnics de Cartografia i SIG de la Facultat de Lletres de la Universitat de Lleida, al qual s'ha d'agrair la seva predisposició a cedir la capa esmentada. Pel que fa a la capa de les localitzacions dels nuclis dels municipis sí que es va poder obtenir en els servidors d'informació Espacial mencionats anteriorment.

1. CONCEPTES D'ACCESSIBILITAT

L'accessibilitat és un concepte utilitzat en diversos camps, com l'economia, l'enginyeria, la planificació urbana, els estudis regionals o la geografia (Rodrigue et al. (2017). El terme accessibilitat, no té una única definició. La paraula procedeix dels termes accés i habilitat, significa habilitat per accedir o aproximar-se a alguna cosa, la quantitat d'esforç per a que una persona arribi a una o més localitzacions, les oportunitats d'activitats disponibles en una localització geogràfica, o la llibertat dels individus de participar en activitats.

Ens trobem, per tant amb la dificultat de trobar un concepte d'accessibilitat vàlid per a tots els contextos amb els que es treballa aquesta mesura. Això fa que fins i tot, la revisió de les mesures d'accessibilitat hagi sigut una de les línies d'investigació en matèria de transports durant molt temps (Martellato et al., 1998). Es a més a més un terme que apareix molt vinculat a la geografia donat que, des de que a principis dels segle XX sorgissin les teories clàssiques de localització i de planificació econòmica regional (Batty, 2009), l'accessibilitat ha estat present en moltes investigacions a escales urbanes i regionals, i són nombroses les possibilitats temàtiques d'aplicació com l'accés a equipaments, serveis públics o comercials (Páez et al., 2012), o als llocs de feina vinculats a la configuració dels mercats laborals de treball (Alonso et al., 2008), o també a la presència d'infraestructures (Calvo et al., 1993). Per tant, un primer element a considerar és que si l'accessibilitat és difícil de definir és perquè depèn dels diferents prismes amb què s'observa aquest terme (López Escolano et al., 2016).

Per tant l'accessibilitat és un concepte vinculat als llocs, a la possibilitats d'obtenir un bé, un servei, és a dir el terme ha d'ajudar a reflectir la facilitat d'accés a un lloc (Alonso et al. 2013). De tal manera que qualsevol aproximació a la definició d'accessibilitat ens porta a dues nocions bàsiques: localització i distància (Rodrigue et al., 2017). Estem per tant davant d'una línia de treball molt significativa per als estudis territorials. L'accessibilitat és un concepte que dins de la disciplina geogràfica ha ofert importants aportacions tant des de dins de la branca de la Geografia dels transports (tant mesura com a capacitat com a través de l'estudi de la infraestructura), com també en la geografia de la població i tot el relacionat amb la seva possible mobilitat, com des de la geografia econòmica i l'estudi de les localitzacions de béns, serveis, etc ... (Alonso et al. 2013). Cal tenir en compte que l'accessibilitat és un indicador que ajuda a mesurar temes tan significatius com el desenvolupament territorial o ajuda a mesurar la potencialitat dels territoris en rebre localitzacions econòmiques, per posar alguns exemples (Seguí i Martínez, 2004). En definitiva és un terme de gran significació per a les investigacions dels geògrafs i d'aquí els abundants treballs per a la seva aproximació, encara que sense un consens a l'hora del què s'inclou per al seu mesurament (Rodrigue et al. 2017).

En la literatura s'ofereixen diverses formes de mesurar l'accessibilitat, en el nostre cas hem decidit, després de consultar diferents treballs sobre les diferents visions que hi ha en la manera de mesurar l'accessibilitat (Monzón de Cáceres, 1988a; Calvo et al., 1993; García Palomares, 2000; Harris, 2001; Seguí i Martínez, 2004; Batty, 2009; Páez et al., 2012; ESPON, 2013) per poder fer un únic apropament pel que a l'organització de les possibles mesures d'accessibilitat. En concret, per aquest apropament s'ha triat el treball de Geurs de 2001 i 2004, en aquests treballs s'identifiquen tres perspectives bàsiques:

1. Mesures d'accessibilitat basades en la infraestructura. Aquestes mesures es fan servir per analitzar l'eficiència de la infraestructura física del transport. Estan vinculades a la proximitat o llunyania de l'individu respecte a les seves oportunitats. Les mesures habituals són "velocitat mitjana de la xarxa de carreteres", "nivell de congestió" o "retards mitjans". Aquest tipus de mesura d'accessibilitat se sol utilitzar majoritàriament en estudis de transport i planificació d'infraestructures.
2. Mesures d'accessibilitat basades en l'activitat. Aquestes mesures es fan servir per analitzar la gamma d'oportunitats disponibles pel que fa a la seva distribució en l'espai i la impedància de viatge entre els orígens i les destinacions. Les mesures basades en l'activitat es poden subdividir en mesures geogràfiques (o potencials) i en l'espai-temps:
 - a. Les mesures d'accessibilitat geogràfica analitzen l'accessibilitat a nivell ampli. Una mesura habitual és "el nombre de llocs de treball en un radi equivalent a 30 minuts de temps de viatge". Aquest tipus de mesura s'utilitza amb freqüència en la planificació urbana i en els estudis geogràfics.
 - b. Les mesures d'espai-temps analitzen l'accessibilitat a nivell reduït. Aquestes inclouen "les activitats en què un individu pot participar en un moment determinat". Aquest tipus de mesura s'utilitza en la geografia del temps.
3. Mesures d'accessibilitat basades en la utilitat. Aquestes mesures es fan servir per analitzar els beneficis que les persones gaudeixen del sistema de transport, és a dir davant d'una oferta variada de xarxes de transport, el ciutadà, té la llibertat de triar, però que al mateix temps aquesta decisió li sigui el més útil possible pels seus propis interessos. Aquest tipus de mesura es sol utilitzar en estudis econòmics.

Cal observar que també s'utilitzen combinacions de mesures basades en la infraestructura i en les activitats, especialment en la planificació urbana. Les mesures habituals són "distància dels llocs d'habitatge a la infraestructura de transport públic" o "distància o temps de viatge dels llocs de treball a una cruïlla de carretera".

Juntament amb això hi ha autors que aborden aquestes mesures des del punt de vista que les persones tenen sobre les infraestructures físiques (Batty , 2009).

D'altra banda aquestes mesures es poden agrupar segons els components que formen l'accessibilitat. Es poden identificar quatre tipus de components (Geurs et al. 2001):

- a) Un component de transport que es refereix a com viatjar d'un lloc a un altre depèn molt del mitjà de transport específic que s'utilitzi, ja que degut a això, variarà el temps de durada del viatge, també l'exigència física per a les persones, com la comoditat, i finalment el cost econòmic que suposarà.
- b) Un component d'ús del sòl referit a com estan distribuïts els immobles, tant públics com privats i dels quals s'haurà de fer ús, és a dir, la manera com accedir-hi en termes d'importància , qualitat i caràcter de les activitats que s'hi portin a terme. Es fa referència a la distribució de la localització de llocs de treball, també de les llars en general, o bé també de la localització de qualsevol tipus d'equipaments públics...
- c) Un component temporal que en aquest cas està referit a la disponibilitat que tenen els ciutadans en la seva vida diària. Això vol dir en com està distribuïda l'agenda d'activitats, tant de feina com de lleure i que marcarà tot el calendari de moviments de cada individu en el moment de fer ús de la xarxa viària.
- d) Un component individual que reflecteixi les necessitats, habilitats i oportunitats dels individus. Les necessitats de les persones depenen de característiques com ara edat, ingressos, nivell educatiu i situació dins la família. Les habilitats depenen de l'estat físic de les persones (pot dependre de l'edat, discapacitats...) i l'accés a les formes de transport (per exemple, possessió d'un carnet de conduir i disposar o no de mitjà de transport privat). Les oportunitats depenen dels ingressos de les persones, pressupost del viatge, nivell educatiu, etc.

La Taula 1.1 (Geurs et al. 2001) presenta els components per tipus de mesura d'accessibilitat. El quadre mostra com les mesures basades en infraestructures (columna blava a l'esquerra) fan ús del component de transport com el temps mitjà de viatge per exemple , en canvi el component del sòl no hi està afectat; per passar al component temporal que és el que afecta a les hores punta. Finalment, el component individual li afecta ja que està referit a l'estratificació basada en els viatges de tot tipus de cada individu.

Si passem a les mesures basades en activitats (columna blava de l'esquerra) estan dividides en geogràfiques i d'espai-temps. Les dos tenen a veure amb el transport tant al temps de durada com en el cost. De la mateixa manera comparteixen el mateix factor d'ús del sol referit a la localització i distribució dels espais que una persona necessita per a viure.

En les mesures basades en activitats però geogràfiques, el component temporal es refereix al durada de viatges i la variació de costos segons les hores del dia. En les mesures espai-temps inclou com el temps de què es disposa afecta en les activitats diàries. Pel que fa al component individual de les mesures geogràfiques varia segons l'estratificació de la població, és a dir, segons el seu nivell econòmic o educatiu. Mentre que en les mesures espai-temps que afecten al component individual, s'analitza l'accessibilitat a nivell de la capacitat que té una persona per sí mateixa per dur a terme les activitats del dia a dia.

Finalment, pel que fa a les mesures basades en la utilitat (part de baix de la columna de l'esquerra blava) afecten el component transport pel que fa als costos dels viatges; també al component d'ús del sol ja que segons on es trobin les localitzacions on una persona vulgui accedir variarà si realment té les mateixes oportunitats que una altra persona, en temes d'accessibilitat. Pel que fa al component temporal es refereix als temps i costos de cada viatge segons el moment del dia. Per acabar, el component individual es refereix a calcular l'accessibilitat segons grups d'edat o també a nivell la capacitat de moviment de forma independent de cada persona.

Taula 1.1: Tipus de mesures i components d'accessibilitat (Geurs et al. 2001)

component mesura		Component de transport	Component d'ús del sòl	Component temporal	Component individual
Mesures basades en infraestructures		Temps mitjà de viatge; velocitat de desplaçament; hores perdudes en congestions		Període d'hora punta Període de 24 hores	Estratificació basada en viatges (treball a casa, viatges de negocis)
Mesures basades en activitats	Mesures geogràfiques	Temps de viatge i / o despeses de viatge entre ubicacions d'activitats, utilitzant típicament una funció de desintegració de distància	Distribució d'oportunitats en l'espai (nombre de llocs per zona o quadrícula)	El temps de viatge i els costos poden variar entre les hores del dia, entre els dies de la setmana o les estacions de l'any	Estratificació de la població (per ingressos, nivell educatiu)
	Mesures de l'espai-temps	Temps de viatge	Distribució d'oportunitats en l'espai	Les limitacions temporals de les activitats i el temps disponibles per a la participació en activitats es comptabilitzen	L'accessibilitat s'analitza a nivell individual o domèstic
Mesures basades en la utilitat		Costos de viatge entre llocs d'activitats, fent servir una funció de desintegració de distància	Distribució d'oportunitats en l'espai	El temps de viatge i els costos poden variar entre les hores del dia, entre els dies de la setmana o les estacions de l'any	La utilitat s'estima per als grups de població o a nivell individual

Font: Geurs et al. 2001

Tot aquest punt 1 juntament amb la taula 1.1 fa una detallada descripció dels **Components de l'accessibilitat** que es mostren en les quatre columnes de color blanc i que es desglossen en : components de transport, d'ús del sòl, temporal i individual.

En el mateix apartat i referit a la mateixa taula, es troben a l'esquerra de color blau les **Mesures d'accessibilitat** que s'indiquen amb tres, les mesures basades en infraestructures, en segon lloc, les mesures basades en activitats que contenen dos subgrups (geogràfiques i de l'espai-temps) per acabar amb les basades en la utilitat.

Tant un grup com l'altre s'interrelacionen, que és el que hem descrit, però si ens endinsem en cadascun d'ells l'estudi es va concretant cada vegada més i es pot anar a una forma més detallada. Això és el que farem a continuació, començant pels **Components**, punt 2 i després en el punt 3 per les **Mesures**.

2. COMPONENTS DE L'ACCESSIBILITAT

2.1 Introducció

En la secció següent es descriu de manera detallada i precisa els diferents components de l'accessibilitat ja mencionats breument en l'anterior apartat. La Secció 2.2 descriurà el component de transport, la Secció 2.3 el component d'ús del sòl, la Secció 2.5 el component temporal i la Secció 2.5 el component individual. Finalment, la Secció 2.6 presentarà una visió general i descriurà les relacions entre els diferents components.

2.2 El component de transport de l'accessibilitat

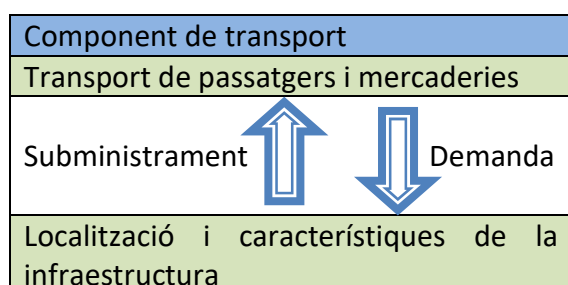
2.2.1 Introducció

Com s'ha esmentat en la introducció el component de transport correspon a analitzar què suposa per a una persona utilitzar un transport en termes de temps, d'esforç (físic) i cost (econòmic). Per tant ens indica les característiques de l'ús del transport des del punt de vista de l'usuari, és a dir, del qui es beneficia del seu ús.

En general, el component de transport en el concepte d'accessibilitat consta de tres elements (Veure figura 2.1):

- 1) Subministrament d'infraestructura, la seva ubicació i característiques (per exemple, velocitat màxima de desplaçament, nombre de carrils, horaris de transport públic - durada dels viatges-, despeses de viatge)
- 2) Demanda de transport de passatgers i mercaderies; com per exemple el nombre de passatgers, volum de béns de consum (logística), entrega de productes a domicili, etc...
- 3) Característiques derivades de l'ús de la infraestructura; aquest és el resultat de la confrontació entre l'oferta d'infraestructura i la demanda de viatges, el que resulta en la distribució espacial del trànsit vial, i el temps de viatge, els costos i l'esforç per arribar a una destinació. La figura 2.1 mostra el component de transport esquemàticament.

Figura 2.1: El component de transport de l'accessibilitat



Font: Geurs et al. 2001

2.2.2 Temps, cost i esforç

La facilitat amb què un pot viatjar entre un origen i un lloc de destí depèn de múltiples condicionals que són valorats de manera diferent pels individus.

Aquests elements poden agrupar-se en tres categories: el **temps**, la durada del viatge, els **costos**, les despeses de viatge, i l'**esforç** del viatge. La Taula 2.2 dóna una visió específica d'aquests elements.

Per exemple, el **temps** de viatge en automòbil té els següents components de temps: caminar al lloc d'estacionament, temps de viatge de cotxe (depenent de la distància, límits de velocitat, volum de trànsit), temps de congestió, trobar un lloc d'estacionament prop de la destinació i caminar cap a la destinació o bé utilitzant una bicicleta.

Els **costos** totals de viatge en automòbil consisteixen en costos fixos (per exemple, permís de conduir, compra del vehicle, assegurança...) i costos variables (combustible, manteniment). També inclou, en ciutats grans totes les despeses que suposen el fet de circular per vies internes, per utilitzar tant zones d'aparcament exterior com interior.

Pel que fa a l'aspecte de l'**esforç** comprèn elements com comoditat, fiabilitat, nivell d'estrès, i riscos d'accidents. Clarament, alguns d'aquests aspectes són els més difícils de valorar en termes quantitatius, per exemple, nivell de confort, estrès, estatus.

Taula 2.2: Elements dins el component de transport d'accessibilitat

Elements mitjà	Automòbil	Transport públic	Bicicleta/caminar
temps	caminant a la plaça d'aparcament temps de viatge en el vehicle temps de congestió trobar un lloc d'estacionament caminar fins a la destinació	temps d'espera temps per accedir al transport el temps d'espera a l'estació el temps de viatge temps de transferència	Temps de viatge Aparcar la bicicleta
costos	Costos fixos Costos del combustible Costos de manteniment Costos d'estacionament Costos de pagar l'ús de la carretera	Costos dels bitllets	Costos fixes Costos de manteniment
esforç	Nivell de comoditat Esforç físic Fiabilitat Estrés Risc d'accident Informació Estat de la persona	Nivell de comoditat Esforç físic Fiabilitat Estrés Risc d'accident Seguretat Informació Estat de la persona	Nivell de comoditat Esforç físic Seguretat

Font: basada en Hilbers & Verroen, 1993; MuConsult, 1994

Una manera de calcular tenint en compte el temps i els costos s'indica en una equació anomenada Funció de Cost (c_{ij}) que Geurs et al., 2001 posa com a exemple en la guia utilitzada per aquest treball i que està formulada de la següent manera:

$$C_{ij} = v_m t_{ijm} + c_m d_{ijm} + u_m k_{ijm} \text{ (Equació 3.1 (Geurs et al. 2001))}$$

On t_{ijm} , d_{ijm} i k_{ijm} són el temps de viatge, la distància de viatge i la conveniència de viatjar de la posició "i" (origen) a la posició "j" (destinació) amb el mitjà de transport "m".

Continuant amb v_m , c_m i u_m que són el valor del temps, el cost per quilòmetre i el que comporta (distància, temps i costos) amb el mitjà de transport "m".

A més, pot haver-hi un component de viatge fix, així com un component de cost. Aquests elements poden, per exemple, tenir en compte l'accés a la xarxa de transports, els temps d'espera i de transferència en les estacions i la congestió.

Per exemple, el Sistema Model Nacional de Trànsit i Transport dels Països Baixos (Gunn, 1994, HCG, 1997) estima la probabilitat de que els viatgers triïn un determinat mitjà de transport i destinació utilitzant, per exemple, els components: temps de viatge (Inclusos els retards) i l'aparcament, els preus de les carreteres i els costos dels quilòmetres (costos del combustible) en el cas de l'automòbil, i els components: temps de viatge, temps d'espera, temps d'anar a peu i cost del bitllet en el mitjà ferroviari.

2.2.3 Decadència de la distància

Des de fa molt de temps s'ha entès que la interacció entre dos llocs disminueix amb l'augment de la distància, temps i costos entre ells. En general, la percepció i valoració de la distància entre un origen i una destinació difereixen segons:

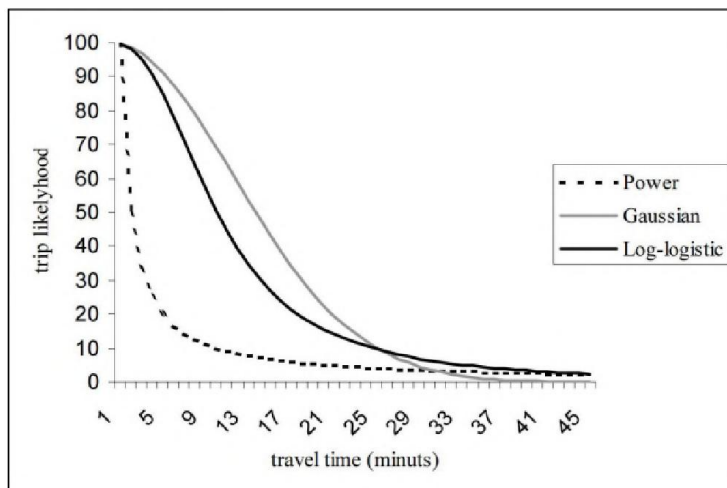
- Maneres de transport, és a dir, cotxe, transport públic, modes no motoritzats;
- Propòsit del viatge, treball a domicili, treball no domèstic, social;
- Característiques de la llar, ingressos, nivell educatiu;
- Característiques del destí, és a dir, la seva singularitat i atractiu (els grans centres comercials de la ciutat en contraposició amb les botigues a l'interior de les poblacions).

Per calcular el factor de la decadència de la distància existeixen diferents fórmules matemàtiques com les descrites a continuació:

- Una potència negativa o funció inversa (és a dir, $F(D_{ij}) = d^{-\alpha}$), que, per exemple, ha estat utilitzada per Hansen, 1959; Patton i Clark, 1970; Davidson, 1977 i Fotheringham, 1982.
- Una versió modificada de la funció normal o gaussiana (és a dir, $F(D_{ij}) = 100 * e^{-d^2/u}$), on u és una constant. Aquesta funció, per exemple, ha estat utilitzada per Ingram, 1971 i Guy, 1983;
- Una funció logística modificada (log) (Bewley & Fiebig, 1988) (és a dir, $F(D_{ij}) = 1 + e^{a+b \cdot \ln d}$), on a i b són constants. Aquesta funció ha estat utilitzada per Hilbers & Verroen (1993).

La figura 2.3 dóna un exemple de la decadència de distància d'una funció de potència negativa, una funció gaussiana i una funció logística.

Figura 2.3: Exemples de funcions de decadència de la distància



Font: Geurs et al. 2001

L'elecció de quina funció utilitzem per calcular la decadència de la distància depèn de les característiques específiques de la funció, de l'àrea d'estudi i de la disponibilitat de les dades.

La decadència de la distància és un aspecte també a considerar en l'accessibilitat ja que depenent de la manera de calcular-la els resultats poden variar molt entre ells degut a què defineix de quina manera afecta l'augment de la distància entre l'origen i destinació de les localitzacions. Es a dir, una mateixa distància, segons la fórmula utilitzada tindrà més o menys pes en el moment de calcular l'accessibilitat ja que forma part d'un dels paràmetres que s'utilitzen, segons les dades de què es disposa.

Aquest factor no es té en compte en aquest treball perquè hi ha una absència de dades fiables.

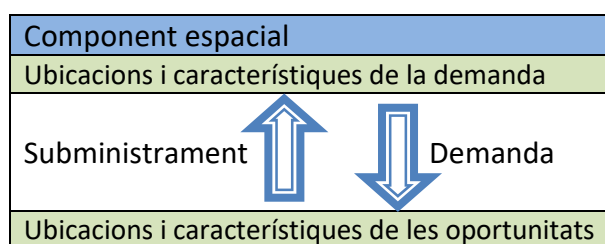
2.3 El component d'ús del sòl de l'accessibilitat

2.3.1 Introducció

La distribució de les oportunitats a l'espai influeix en el nivell d'accessibilitat. És evident que si, per exemple, tots els llocs de treball i habitatges estan distribuïts equitativament en una àrea determinada, cada habitant té el mateix nivell d'accessibilitat a l'ocupació. Per contra, si tots els llocs de treball s'agrupen en el centre (ciutat) d'una àrea determinada, llavors les persones que viuen a prop del centre (ciutat) tenen un alt nivell d'accés a llocs de treball i persones que viuen a la perifèria, un nivell baix.

En general, el component d'accessibilitat d'ús del sòl pot dividir-se en dos elements (Veure figura 2.4): 1) la distribució espacial de les destinacions proveïdes i les seves característiques, per exemple, la ubicació de les oficines, les escoles i el seu atractiu, capacitat, etc., i 2) la distribució espacial de la demanda d'activitats i les seves característiques, per exemple, la ubicació dels habitatges i dels seus habitants. La Figura 2.4 mostra esquemàticament el component d'accessibilitat del sòl.

Figura 2.4: El component espacial de l'accessibilitat



Font: Geurs et al. 2001

Clarament, la distribució de les oportunitats subministrades influeix en el nivell d'accessibilitat a aquestes oportunitats. La distribució espacial de la demanda (els habitants) de les oportunitats també influeix en l'accessibilitat, si les oportunitats tenen limitacions de capacitat. Aquest és el cas, per exemple, dels llocs de treball, les escoles i els hospitals. En altres paraules: els efectes de la competència, que són el resultat de la interacció entre la demanda i l'oferta d'oportunitats, també poden influir en el nivell d'accessibilitat a certes oportunitats. Per tant, la competència és un aspecte rellevant de l'accessibilitat per considerar en l'anàlisi d'accessibilitat com a part del component d'ús del sòl en l'accessibilitat.

2.4 El component temporal de l'accessibilitat

El component temporal de l'accessibilitat implica (1) la disponibilitat d'activitats en diferents moments del dia o setmanes, estacions, anys, etc. i (2) el temps en què els individus participen en activitats específiques. El component de temps i el component d'ús del sòl de l'accessibilitat són interdepenents perquè els individus només poden estar en un lloc en un moment donat i el viatge consumeix temps. Hi ha diversos

autors que destaquen la importància de considerar un component temporal a més dels components del transport i de l'ús del sòl (Veure, per exemple, Bums, 1979, Kitamura i Kermanshah, 1984). El component temporal de l'accessibilitat s'origina en els estudis espai-temporals del sistema d'activitat urbana de Hagerstrand (1970) i Chapin (1974). Els prismes espai-temporals utilitzats en aquests estudis poden considerar com a mesures d'accessibilitat, és a dir, donen a conèixer les àrees potencials que es poden assolir amb limitacions de temps predefinides. En les mesures potencials d'accessibilitat, el component temporal es sol tractar implícitament diferenciant el component de transport al llarg del dia. Aquest component és el fonament de la concepció de Hagerstrand de la Time Geography o Geografia de l'espai-temps, on es defineix l'aproximació sobre les activitats mitjançant l'estudi dels comportaments d'acord amb la successió temporal i espacial de les accions que motiven els desplaçaments, en base a la relació amb la distància entre les ubicacions de recursos de provoquen que el transport sigui inevitable (López Escolano et al., 2016).

2.5 El component individual de l'accessibilitat

Les característiques dels individus juguen un paper important en el nivell d'accés a les oportunitats socials i econòmiques. En els estudis psicològics relacionats amb la mobilitat dels passatgers (per exemple, Veure Vlek & Steg, 1996), sovint s'identifiquen tres grups de determinants: necessitats, capacitats i oportunitats. En relació amb l'accessibilitat, aquestes característiques es poden resumir com s'indica a continuació.

Les necessitats de les persones per viatjar i l'accés a les oportunitats depenen de característiques com l'edat, els ingressos, el nivell educatiu, la fase en la vida i la situació de la llar. Per exemple, les llars amb nens tindran necessitat d'accés a les escoles, les persones de més educació tindran necessitat d'oportunitats laborals específiques, la gent gran tindran una major demanda d'accés a l'atenció mèdica, etc.

Les capacitats de les persones estan relacionades amb el nivell de capacitat física (per exemple, discapacitats cognitives, sensorials, intel·lectuals o físiques) i a les habilitats específiques necessàries per accedir a un mode de transport (per exemple, qualificacions per conduir un cotxe). Per exemple, les persones sense permís de conduir només tenen accés a oportunitats de treball que poden ser aconseguides per transport públic o modes no motoritzats, i les persones amb discapacitat necessiten serveis específics per accedir al transport públic.

Les oportunitats de les persones estan relacionades amb els ingressos i viatges grups d'ingressos més baixos no posseeixen un cotxe i, per tant, depenen del transport públic i dels mitjans de transport no motoritzats, encara que també hi ha persones amb ingressos suficients per disposar de vehicle que per diversos motius prefereixen no tenir-ne.

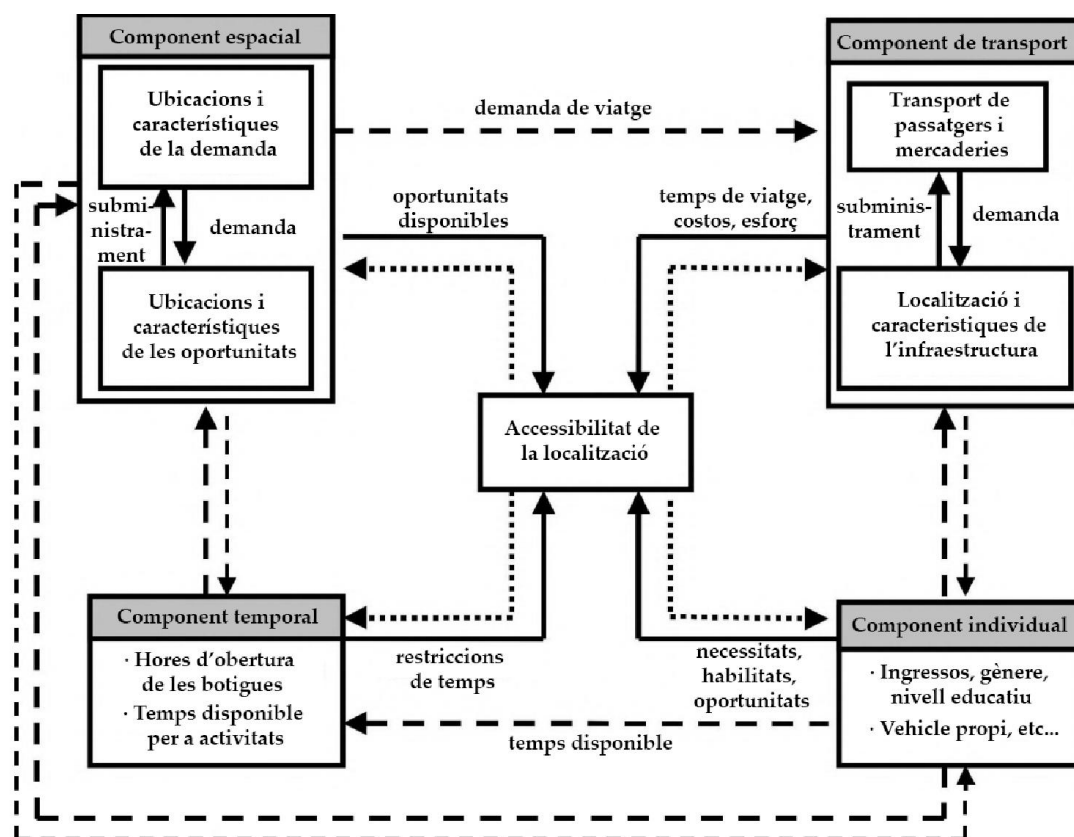
L'anàlisi de les diferències en l'accés a les oportunitats entre diversos subgrups (per edat, gènere, origen ètnic o nivell educatiu) és una preocupació important en la investigació geogràfica. Vegeu, Kempers-Warmerdam, 1988; Hanson, 1995; Hanson i Pratt, 1990; Ihlanfeldt, 1993; Kwan, 1998; McLafferty i Preston, 1992; Shen, 1998. En general, el component individual de l'accessibilitat s'incorpora a les mesures d'accessibilitat a l'estratificar la població segons una selecció de característiques rellevants (edat, sexe).

2.6 Descripció general dels components

Les seccions anteriors descriuen com els quatre components (el transport, espacial, temporal i component individual) estan relacionats amb l'accessibilitat. No obstant això, els components també estan relacionats entre si.

La Figura 2.5 mostra les relacions entre els quatre components i l'accessibilitat, i entre ells i que apareix a la pàgina següent:

Figura 2.5: Relacions entre els components d'accessibilitat



Font: Geurs et al. 2001

En la figura (Veure figura 2.5) mostra que l'accessibilitat d'una ubicació és el resultat dels quatre components: els components d'ús del sòl influeixen en l'accessibilitat determinant la disponibilitat d'activitats, els components de transport per temps de viatge, costos i esforç, el component individual per les necessitats, habilitats i oportunitats i el component temporal per restriccions temporals d'oportunitats i d'individus o llars.

A més, l'accessibilitat també pot influir en els components (relacions de retroalimentació): l'accessibilitat és un factor de localització per als habitants i les empreses (relació amb el component d'ús del sòl) i influeix en la demanda de viatges (component de transport) i el temps necessari per a les activitats (component temporal).

Finalment, els components també estan relacionats: el component d'ús del sòl (distribució d'activitats) és un factor important que determina la demanda de viatges (component de transport) i també pot introduir restriccions de temps (component temporal) i influir en les oportunitats de les persones. El component individual (per exemple, ingrés, nivell educatiu) també influeix en la demanda de viatges (component de transport), el temps disponible per a les activitats (component temporal) i la demanda d'oportunitats (component d'ús del sòl).

Una vegada vistos els trets principals dels diferents possibles elements que influeixen en el concepte d'accessibilitat, sense dins de la varietat de possibles definicions que implica el terme, es passarà a fer un apropament als indicadors de mesura que es poden utilitzar per a l'anàlisi de l'accessibilitat.

3. MESURES D'ACCESSIBILITAT

3.1 Introducció

En aquest apartat s'ofereix un anàlisi més profund de les mesures d'accessibilitat ja descrites breument en el la secció 1 seguint la mateixa subdivisió segons les diferents perspectives sobre accessibilitat. A la secció 3.2 es descriuen les mesures d'accessibilitat basades en la infraestructura, la secció 3.3, mesures basades en l'activitat i la secció 3.4, mesures basades en la utilitat. Totes elles estan esmentades en la taula 1.1 a la columna blava de l'esquerra (Veure taula 1.1).

3.2 Mesures d'accessibilitat basades en infraestructures

Les mesures d'accessibilitat basades en infraestructures, com els temps de viatge, la congestió i la velocitat de funcionament de la xarxa de carreteres, exerceixen actualment un paper important en les polítiques de transport relacionades amb l'accessibilitat. En els plans nacionals de política de transport dels països europeus, la millora de l'accessibilitat es considera generalment important per al desenvolupament econòmic i/o per reduir la privació econòmica de les regions i/o grups de població. En

el treball de Ypma (2000) es pot trobar un resum de les mesures d'accessibilitat basades en infraestructures utilitzades en les polítiques de transport a la Unió Europea: Bèlgica, Alemanya, Regne Unit, França, Espanya, Dinamarca i els Països Baixos. Un exemple proper que es pot destacar és el Plan Director de Infraestructuras 1993-2007 (PDI) (MOPTMA, 1994) espanyol va incloure en la seva documentació diverses propostes d'indicadors d'accessibilitat per carreteres a escala europea. L'indicador presenta l'accessibilitat geogràfica respecte als centres d'activitat econòmica europeus en funció de la localització geogràfica i de la qualitat de les infraestructures (MOPTMA, 1994).

Als Països Baixos, les mesures d'accessibilitat basades en infraestructures han jugat i segueixen exercint un paper molt important en les polítiques nacionals de transport (Veure B & A, 2000 per a una visió general). En la dècada de 1990, els indicadors d'accessibilitat utilitzats en les polítiques nacionals de transport (SVVII, 1990) van ser:

- A) Una probabilitat de congestió del 2-5% en la xarxa principal de carreteres;
- B) Una relació de temps de viatge de 1,5 entre el transport públic i el trànsit d'automòbils;
- C) Nombre de retards en els trens.

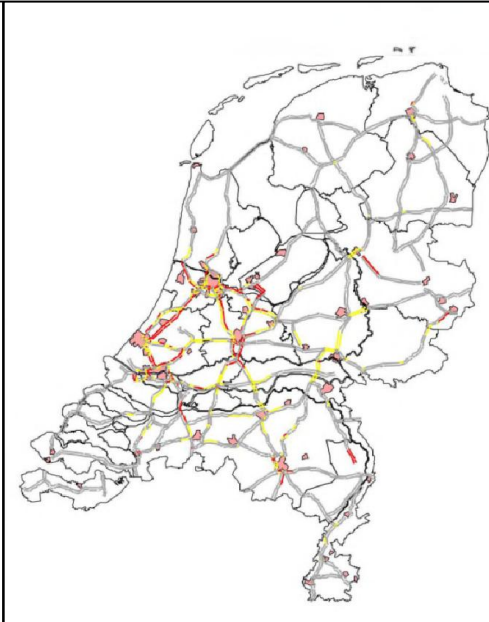
En el Pla Nacional de Trànsit i Transport d'Holanda 2001-2020 (NVVP, 2001), l'indicador d'accessibilitat «probabilitat de congestió» es va substituir per «velocitat de desplaçament». L'objectiu és aconseguir un mínim de 60 km/hora a la xarxa principal d'autopistes durant les hores punta.

A més, els estudis comparatius d'infraestructures entre regions o països utilitzen sovint mesures simples d'accessibilitat tenint en compte la infraestructura de transport en una zona, com la longitud total de les autopistes, el nombre d'estacions de ferrocarril (vegeu, V & W, 1995).

Les mesures d'accessibilitat basades en infraestructures poden donar lloc a diferents conclusions sobre l'accessibilitat que les mesures basades en l'activitat, que incorporen tant el component de transport com el component d'ús del sòl de l'accessibilitat. Per exemple, Linneker & Spence (1992) mostren per al Regne Unit que si els costos d'accés (en termes de valor de costos de temps i costos per quilòmetre) es fan servir com a mesura d'accessibilitat, l'interior de Londres tindrà menor accessibilitat mitjana de llocs de treball i Escòcia la més alta del Regne Unit. Mentre que si s'utilitza una mesura d'accessibilitat potencial (de mercat), Londres tindrà la major accessibilitat mitjana de llocs de treball (malgrat el major cost de viatge) i Escòcia la més baixa. Als Països Baixos on una gran quantitat d'ocupació es concentra a la part occidental la zona de Randstad. En aquesta zona, la xarxa principal de carreteres està molt congestionada durant les hores punta. Per tant, de la mesura d'accessibilitat basada en la

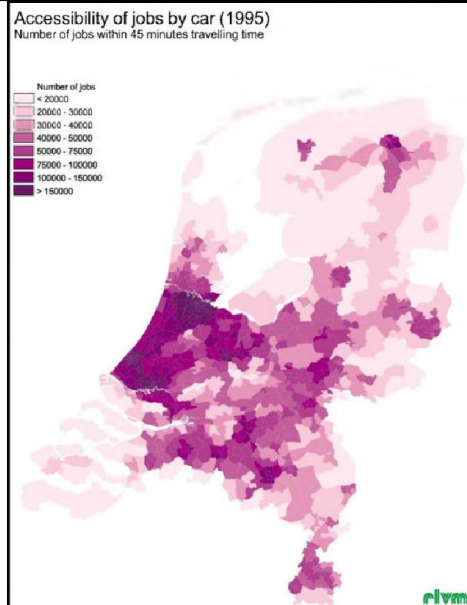
infraestructura "nivell de congestió", es pot concloure que el nivell d'accessibilitat als Països Baixos és més baix a Randstad (Veure la figura 3.1). D'una possible mesura d'accessibilitat (és a dir, el nombre de llocs de treball dins dels 45 minuts de viatge en cotxe durant el període màxim), es pot concloure que l'àrea de Randstad mostra el nivell més alt d'accessibilitat dels Països Baixos (Veure la figura 3.2) tot i els temps mitjans de viatge més alts com a resultat de la congestió.

Figura 3.1: Relació entre el nivell de trànsit i la capacitat de carretera a la xarxa principal de carreteres durant les hores punta de 1995 (vermell = molt congestionat, groc = certa congestió, gris = sense congestió)



Font: AVV (2000)

Figura 3.2: Accessibilitat dels treballs dins dels 45 minuts de viatge en cotxe el 1995 (hora punta del matí)



Font: Geurs & Ritsema van Eck (2000)

En la literatura sobre el transport s'observen freqüents referències sobre la necessitat d'un "canvi de paradigma" en la planificació del transport i en mesurar l'acompliment de l'ús del sòl des de les mesures tradicionals basades en infraestructures fins a les basades en activitats (Veure Brand 1991, Ewing 1993, Cervero, R., T. Rood, B. Appleyard 1997). Les mesures d'accessibilitat basades en la infraestructura proporcionen informació valuosa sobre el nivell de servei de la infraestructura en una zona, però no reconeixen que les destinacions d'interès poden estar lluny d'aquesta zona. A més, no es tenen en compte els efectes de la millora dels serveis d'infraestructura en els patrons d'ús del sòl, per exemple, la major velocitat dels vehicles tendeix a augmentar l'expansió urbana (Ewing, 1993). Les mesures basades en activitats tenen l'avantatge que l'eficiència dels patrons d'ús del sòl i de les

configuracions de la xarxa de transport es reflecteixen en la mateixa mesura. Una possible solució podria ser que les mesures d'accessibilitat basades en l'activitat es considerin un complement de les mesures de rendiment més tradicionals basades en la infraestructura de la planificació del transport.

3.3 Mesures d'accessibilitat basades en l'activitat

3.3.1 Introducció

Hi ha diversos tipus de mesures d'accessibilitat basades en l'activitat utilitzades en estudis de planificació urbana i de transport. Aquesta secció descriu les següents mesures:

- (1) De distància (Secció 4.3.2);
- (2) De contorn (Secció 4.3.3);
- (3) D'accessibilitat potencials (Secció 4.3.4);
- (5) Derivades de la geografia de l'espai-temps (Secció 4.3.5).

3.3.2 Mesures de distància

Descripció

La mesura més simple de la distància és la de "l'accessibilitat relativa" desenvolupada per Ingram (1971). L'accessibilitat relativa es defineix com el grau en què es connecten dos llocs o punts en la mateixa superfície. La mesura més simple d'accessibilitat relativa és la línia recta entre dos punts, però les mesures d'accessibilitat basades en infraestructures (temps mitjans de viatge, velocitat mitjana) entre dues ubicacions també poden ser una mesura d'accessibilitat relativa.

Aplicacions

Les mesures d'accessibilitat relativa s'utilitzen sovint en la política d'ús del sòl i en estudis geogràfics com a normes per al temps màxim de viatge o la distància a una ubicació o infraestructura de transport, per exemple, cada habitant ha de ser capaç d'arribar a l'hospital amb 30 minuts o cada habitant ha de tenir una parada d'autobús a 500 metres de casa seva. Exemples de mesures de distància es poden trobar en els primers plans de Planificació del Territori holandès (VROM, 1976).

Avantatge/desavantatge

Una mesura de distància és una mesura d'accessibilitat molt simple que combina la ubicació d'una activitat amb el sistema de transport. La mesura pot utilitzar-se si es coneix la destinació, per exemple, en el cas d'una visita a un ajuntament. Si s'analitzen més de dos possibles destinacions (l'accessibilitat d'un lloc o punt a tots els altres

llocs), es pot derivar una mesura de contorn (Ingram utilitza el terme accessibilitat integral).

3.3.3 Mesures de contorn

Descripció

La mesura de contorn (també anomenada «mesura isocrònica», «oportunitats acumulades», «distància de proximitat» o «recompte de proximitat») és una mesura que s'utilitza amb freqüència en la planificació urbana i els estudis geogràfics. Indica el nombre d'oportunitats assolibles dins d'un temps o distància de viatge determinat. Aquesta mesura indica que l'accessibilitat augmenta si es pot arribar més oportunitats dins d'un temps o distància de viatge determinat. Aquest augment pot ser el resultat d'un canvi en la facilitat d'arribar a destins (per exemple, un escurçament dels temps de viatge a causa de millores d'infraestructura) i/o canvis en l'ús del sòl (creació de més destinacions atractives).

La mesura de contorn no descompta les oportunitats sobre la distància; En conseqüència, el nivell d'accessibilitat en un origen augmenta si augmenta la distància màxima o el temps triat.

Breheny (1978) identifica tres tipus de mesures de contorn:

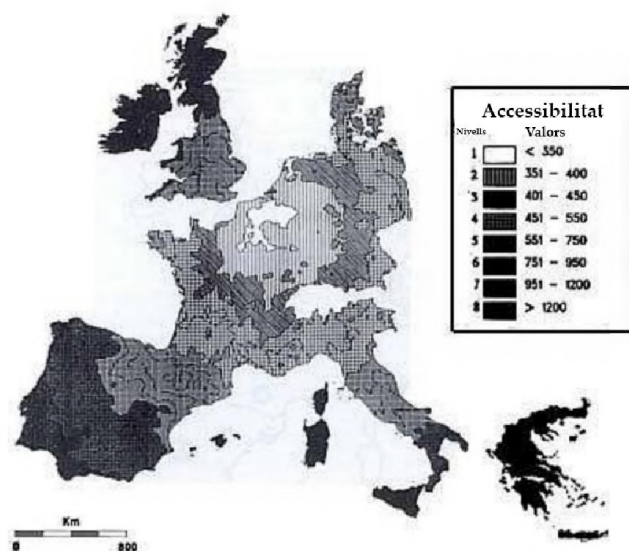
- A) Costos fixos: nombre d'oportunitats accessibles dins d'un límit de cost fix;
- B) Oportunitats fixes: el temps (mitjana o total) o cost requerit per accedir a un nombre fix d'oportunitats
- C) Població fixa: la mitjana (sobre la població) del nombre d'oportunitats disponibles dins de diversos costos fixos de viatge.

Aplicacions

Els primers estudis van modelar l'accessibilitat com a funcions acumulatives de les oportunitats que es podien assolir dins d'un temps determinat (Veure Wickstrom, 1971). Posteriorment, molts autors van analitzar l'accessibilitat mitjançant l'ús de mesures de tipus de contorn, incloent anàlisi d'accessibilitat de llocs de treball, població, comerços, serveis públics, centres de salut, educació i instal·lacions recreatives. Una sèrie d'estudis representen variacions en el concepte de "accessibilitat diària" desenvolupat per Tornqvist, 1970. La justificació d'aquest indicador d'accessibilitat es deriva del cas d'un viatger de negocis que vol anar a una ciutat determinada, realitzar-hi negocis i tornar el mateix dia. S'utilitzen temps de recorregut màxim de 3 a 5 hores. Diversos estudis d'accessibilitat han utilitzat aquest concepte; vegeu, Erlandsson i Tornqvist (1993), Lutter, H., T. Piitz, T. Spangenberg (1993), Chatelus i Ulled (1995), Spiekermann i Wegener (1994, 1996, 1999) i Vickerman, R.W., K. Spiekermann, M. Wegener (1999).

Diversos estudis analitzen les mesures de contorn amb oportunitats fixes, calculant el temps de viatge o el cost per arribar a un nombre fix de destinacions. De vegades, aquesta mesura es denomina també «mesura d'accessibilitat a les despeses de viatge». Cauvin, C., J.-P. Martin, H. Reymond (1993) va calcular els temps de viatge en ferrocarril entre 55 ciutats Europees en 1987-1988 i 2015. Lutter, H., T. Pitz, T. Spangenberg (1992b) van calcular el temps mitjà de viatge a 194 centres econòmics Europeus de la manera més ràpida (carretera, ferrocarril, per aire). Gutierrez & Urbano (1996) va calcular el temps mitjà de viatge per carretera i ferrocarril des 4000 nusos d'una xarxa de transport multimodal europea a 94 aglomeracions amb una població de més de 300.000 habitants. El gràfic 3.3 il·lustra en els temps mitjans de desplaçament per carretera el 1992, amb el major nivell d'accessibilitat al voltant de París.

Figura 3.3: temps de viatge per carretera als centres econòmics el 1992



Font: Gutiérrez i Urbano, 1996

Avantatges / desavantatges de la mesura

Les mesures de contorn tenen com a objectiu descriure el sistema de transport i ús del sòl des del punt de vista de l'usuari. Incorporen el component de transport (temps de viatge, costos, distància) i el component d'ús del sòl (ubicació de les instal·lacions), però no intenten avaluar el seu efecte combinat o considerar el valor que les persones assignen a cada un d'aquests components per separat. El principal avantatge de la mesura és que presenta una mesura d'accessibilitat fàcilment explicable sense suposicions implícites sobre la percepció d'una persona sobre el transport, l'ús del sòl i la interacció d'aquests dos. A més, les dades per a la mesura estan comparativament disponibles, el que permet estudiar diferents tipus d'accés per diferents tipus de

persones per a diferents activitats que són relativament poc exigents de dades (Jones, 1981).

Desavantatges evidents de la mesura de contorn són (a) la implicació que totes les oportunitats (llocs de treball) són igualment desitjables, independentment del temps de viatge o del tipus d'oportunitat (Vickerman, 1974);b) la selecció arbitrària de la isocronia (isodistància) d'interès i (c) la manca de diferenciació entre les oportunitats adjacents a l'origen i les que estan just dins de la isòcrons d'interès (Ben-Akiva i Lerman, 1979).Per a l'avaluació de l'ús del sòl o dels canvis d'infraestructura, aquesta mesura té el desavantatge que la millora dels temps de viatge no pot conduir a una millora de l'índex d'accessibilitat. Per exemple, en una situació en què una millora important de la infraestructura redueix el temps de viatge entre dues ciutats de, per exemple, 50 minuts a 15 minuts, això no canvia l'índex d'accessibilitat d'una mesura de contorn si el temps màxim de viatge és de 60 minuts, Canviaria fortament l'índex d'accessibilitat si es suposa un màxim de 30 minuts. Per evitar la introducció d'un límit espacial subjectiu i de vegades arbitrari, diversos autors han proposat l'ús de possibles mesures d'accessibilitat que permeten que l'accessibilitat disminueixi gradualment a mesura que augmenta el temps de viatge cap a les seves destinacions.

3.3.4 Mesures d'accessibilitat potencials

Descripció

El concepte de potencial ha estat introduït per l'escola de física social que data del segle XIX (Carey, 1858).Stewart (1947, 1948) va aplicar el concepte per primera vegada en un estudi sobre la distribució de la població. Posteriorment, s'ha desenvolupat i utilitzat en forma de potencials de mercat en l'anàlisi de localització (Harris, 1954). Hansen (1959) va ser el primer autor a utilitzar el concepte potencial per descriure l'accessibilitat a les oportunitats d'ocupació.

La mesura té la següent formula:

$$A_i = \sum_j D_{ij} d_j^{-\alpha} \text{ (Equació 4.1)}$$

on A_i és una mesura d'accessibilitat a la zona "i" a totes les oportunitats (D) a la zona "j". d_{ij} és la distància entre "i" i "j" un paràmetre que reflecteix la pèrdua per distància. Per tant, la mesura d'accessibilitat de tipus Hansen calcula l'accessibilitat de les oportunitats de la zona "i" a totes les altres zones on hi ha menys oportunitats i/o més distàncies que proporcionen influències decreixents.

Aplicacions

L'equació de Hansen ha estat àmpliament utilitzada per a l'anàlisi de l'accessibilitat a diferents destinacions (Veure Quadre 4.1 per a una visió general de les referències): a les ocupacions (Linneker i Spence, 1992), a la població (Patton i Clark, 1970) Guy,

1983), centres de salut (Kalisvaart, 1998), educació (per exemple, Pacione, 1989) i instal·lacions recreatives (Vickerman, 1974). A més, sobre la base de l'estudi de Harris (1954), diversos estudis fan servir mesures potencials d'accessibilitat com a indicadors de mercat, amb ingressos o PIB com a variable de destinació. Per exemple, Clark, C., F. Wilson, F. Bradley (1969) van analitzar els potencials econòmics per calcular l'atractiu d'una regió per a la indústria manufacturera en prendre els ingressos regionals i els costos de la distància a Europa. Keeble (1988, 1981) va analitzar la centralitat dels centres econòmics a Europa utilitzant una mesura potencial amb el PIB com a activitat de destinació. Com a il·lustració, la figura 4.4 mostra el potencial econòmic d'Europa segons Keeble (1988). Altres exemples d'accessibilitat potencial al PIB a les regions europees són Simmonds & Jenkinson (1993; 1995) i Copus (1997). Un exemple d'un potencial d'ingressos prové de Capineri (1996), que analitza l'accessibilitat ferroviària per als municipis d'Itàlia utilitzant la població ponderada per l'ingrés per càpita com a variable de destinació.

Figura 3.4: El potencial econòmic a Europa



Fon: Keeble et al., 1988

Avantatges / desavantatges de la mesura

Els principals avantatges de la mesura bàsica d'accessibilitat potencial són els següents:

- La mesura es correspon amb un concepte que la majoria dels no especialistes acceptarien; denota la "gamma d'opcions" ofert pel sistema de transport d'ús del sòl en forma d'una suma de destinacions potencials (Koenig, 1980). No obstant això, els resultats són - en comparació amb les mesures de contorn - menys fàcils d'explicar perquè les oportunitats es ponderen d'acord amb la seva distància.

- Els requisits de dades per avaluar l'evolució de l'accessibilitat són modestos, és a dir, l'accessibilitat pot calcular-se fàcilment amb dades dels models existents d'ús del sòl i de transport.

Tot i que les mesures potencials d'accessibilitat han estat àmpliament utilitzades, la mesura té alguns inconvenients més o menys greus:

- El potencial propi (el nombre d'oportunitats dins de la zona d'origen i ponderada pel temps mitjà de viatge o la distància dins d'aquesta zona) pot tenir una influència important en el càlcul dels valors potencials. La forma funcional condueix a una gran ponderació per a l'accessibilitat interna, especialment en zones amb major massa, per exemple, la contribució d'una ciutat a la seva pròpia accessibilitat pot ser considerable per a les grans ciutats. L'ús de petites zones o àrees condueix a una menor dependència de l'acte potencial i proporciona una bona manera d'evitar aquest problema (Frost & Spence, 1995).
- La mesura representa l'accessibilitat en una ubicació (o zona) a tots els altres destinacions. La mesura no té en compte les característiques dels individus per als que es calcula l'accessibilitat; tots els individus d'un mateix lloc tenen el mateix nivell d'accessibilitat, tot i que poden percebre el conjunt de destinacions i impedàncies de viatge de manera molt diferent (Ben-Akiva i Lerman, 1979). Per exemple, si els residents d'una àrea estan situats a prop d'un gran nombre d'oportunitats d'ocupació, però no tenen les habilitats o els estudis qualificats per al treball, encara tindran un baix nivell d'accessibilitat per a la feina. Aquest inconvenient probablement pugui superar-se en gran mesura si la mesura d'accessibilitat es desagrega segons les característiques socioeconòmiques. En general, una certa diferenciació d'individus i llars per característiques seleccionades hauria de resultar en mesures d'accessibilitat més precises (Handy & Niemeier, 1997).
- Les mesures bàsiques d'accessibilitat mostren la distribució espacial de les destinacions previstes (llocs de treball, botigues), però no tenen en compte la distribució espacial de la demanda d'aquestes oportunitats (els habitants). Així, implícitament se suposa que la distribució de la demanda no afecta el nivell d'accessibilitat de les oportunitats. En altres paraules, no se suposa que hi hagi efectes de competència. No obstant això, en realitat, els països es caracteritzen per una distribució espacial desigual de persones, empreses i activitats, i els efectes sobre la competència si ocorren, per exemple, en ciutats on el nombre de llocs de treball és alt, la demanda d'aquests llocs de treball també és gran. Shen (1998) afirma que si la distribució espacial de la demanda (els treballadors aptes per a un treball) no és uniforme, aquesta mesura d'accessibilitat genera un resultat inexacte o fins i tot enganyós. A més, la mesura no té en compte les possibles limitacions de capacitat de

les oportunitats subministrades; assumint implícitament cap limitació de capacitat de les oportunitats disponibles. No obstant, això pot ser en el cas de les principals instal·lacions recreatives o comercials (com ara parcs nacionals i centres comercials regionals), però no per oportunitats com ara treballs (cada treball és només per a un treballador en un moment donat) Morris, 1979, Shen, 1998). En resum, la mesura pot no ser una mesura d'accessibilitat apropiada per a les oportunitats si hi ha competència en aquestes oportunitats.

- El potencial bàsic d'accessibilitat pot conduir a conclusions insatisfactòries quan s'utilitza sense prou cura per afegir nivells individuals d'accessibilitat (Koenig, 1980). Això s'il·lustra en el Requadre 4.1;
- La funció de decadència de distància utilitzada té una influència significativa en la mesura d'accessibilitat. Per obtenir resultats plausibles, la forma de la funció s'ha d'elegir acuradament i els paràmetres de la funció s'han d'estimar utilitzant dades empíriques recents del comportament espacial dels viatges a l'àrea d'estudi. A més, la funció de decadència de distància ha de reflectir les característiques de l'oportunitat subministrada (per exemple, botiga local, grans centres comercials) i les característiques de la demanda (característiques socioeconòmiques de la població, per exemple, ingressos, nivell educatiu). A més, en la literatura sobre models d'interacció espacial, diversos autors indiquen que la funció distància-decaïment depèn de la configuració espacial de l'àrea d'investigació per a la qual s'han valorat les funcions (Veure, Ewing, 1986, Fotheringham, 1982, Gordon, 1985).

Requadre 3.5: Agregació dels nivells d'accessibilitat individuals mitjançant mesures potencials

Si s'utilitza una mesura d'accessibilitat potencial per avaluar escenaris alternatius usant un nivell d'accessibilitat individual mitjana, es poden obtenir resultats insatisfactoris. Prenguem l'exemple següent, on s'avaluen dues alternatives: (1 i 2) per a dues ubicacions (àrees A i B) - Veure la taula a continuació. L'àrea A mostra un equilibri entre el nombre d'habitants i l'ocupació (10.000 habitants tenen 10.000 llocs de treball al seu abast), la zona B clarament no (1.000 habitants tenen 10 llocs de treball al seu abast). En l'alternativa A, s'afegeixen 1000 llocs de treball a la zona central de la ciutat A, en l'alternativa B a la petita vila B. Si s'utilitza un indicador d'accessibilitat bàsica per calcular una puntuació d'accessibilitat mitjana per a la població, l'alternativa 1 a) de 10.001 es prefereix sobre l'alternativa 2 (puntuació de 9183 - Veure la taula a continuació). Clarament, això dona un resultat insatisfactori; En l'alternativa 2, l'accessibilitat a la feina és realment més alta (que l'alternativa 1) a causa del millor equilibri entre els habitants i els llocs de treball. Per tant, quan la mesura potencial s'utilitza com a mesura d'accessibilitat, la concentració d'oportunitats (llocs de treball) en àrees amb gran nombre d'habitants (ciutats interiors) resultarà en un índex d'accessibilitat mitjana més alt que una distribució més equitativa d'oportunitats sobre l'espai, el que pot no ser un resultat realista.				
		Habitants	Llocs de treball	Accessibilitat potencial A_i
Situació de referència	àrea A	10000	10000	10000
	àrea B	1000	10	10
	total	11000	10010	10010
	Accessibilitat mitjana A_i			9092
Alternativa 1	àrea A	10000	11000	11000
	àrea B	1000	10	10
	total	11000	11010	11010
	Accessibilitat mitjana A_i			10001
Alternativa 2	àrea A	10000	10000	10000
	àrea B	1000	1010	1010
	total	11000	11010	11010
	Accessibilitat mitjana A_i			9183

Font: Geurs et al. 2001

3.3.5 Mesures d'accessibilitat de la geografia de l'espai-temps

Descripció

El component temporal de l'accessibilitat implica la disponibilitat d'activitats en diferents moments del dia i el temps en què els individus participen en activitats específiques. En la geografia espai-temps, el component del temps i de l'ús del sòl de l'accessibilitat es consideren igualment importants. L'accessibilitat s'analitza des del punt de vista dels individus, les mesures d'espai-temps examinen com els programes d'activitats individual o familiar es poden dur a terme, tenint en compte les restriccions de temps utilitzant prismes espai-temps per descriure els patrons de viatge. Aquests prismes espai-temps poden ser considerats com a mesures d'accessibilitat, és a dir, es donen les possibles àrees d'oportunitats que es poden aconseguir a causa de les limitacions de temps predefinits (Dijst i Vidakovic, 1997).

L'enfocament basat en l'activitat també pot estar relacionat amb el concepte d'utilitat aleatòria (veure Ettema i Timmermans, 1997; Kraan, 1996; Miller, 1999). Diversos

models basats en l'activitat s'han desenvolupat - principalment als Estats Units - sobre la base de principis de comportament maximitzador de la utilitat (Veure Veldhuisen (2000) per a una revisió recent). En aquest enfocament, es calcula la utilitat o benefici percebut per un individu mitjançant la implementació d'un programa d'activitats (d'un conjunt de programes d'activitats disponibles).

Aplicacions

Diversos models han estat desenvolupats per a l'anàlisi dels patrons de viatge espai-temporals dels individus. Treballant des de l'estudi de Hägerstrand (1970), l'escola Lund de la geografia va desenvolupar el conegut programa *Avaluar el Conjunt de Camins de Mostra Alternatius* (PESASP) que enumera possibles camins d'espai-temps entre dues posicions predeterminades, optimitzant el viatge i evitant pol·lució pel medi ambient (Lenntorp, 1976). El model PESASP, s'ha utilitzat per estudiar el transport públic en àrees urbanes (Lenntorp, 1978), les condicions de la vida diària en les regions, la reassignació dels serveis (Mårtensson, 1978) i l'accés a l'ocupació de les dones estratificat en grups de cicle de vida (Jones, 1981).

Un model similar és el *Programa d'Abast de Simulació* desenvolupat als Països Baixos (Huigen, 1986), que ha estat utilitzat per estudiar l'accés als serveis (educació i serveis) per a diversos grups d'habitants de les zones rurals (Huigen, 1986) i serveis bàsics (botigues, oficines de correus, centres de salut i culturals) per a la gent gran a les zones rurals (Kempers-Warmerdam, 1988). Més recentment, el *Model d'Espai d'Acció en Intervals de Temps i Clusters* (MASTIC) ha estat desenvolupat per estudiar els efectes de les polítiques del temps i de transport en matèria d'accessibilitat; s'ha aplicat per estudiar l'accés a diferents activitats com ara llocs de treball, botigues, escoles, instal·lacions culturals i recreatives en les ciutats dels Països Baixos (Dijst, 1995; Dijst i Vidakovic, 1997).

En general, el marc d'espai-temps és difícil de posar en pràctica i aplicar (en la seva forma clàssica) com una mesura de l'accessibilitat. Per superar algunes de les dificultats operacionals, alguns estudis han desenvolupat mètodes per analitzar les mesures d'accessibilitat de l'espai-temps utilitzant procediments SIG basats en xarxa. Per exemple, Miller (1991) va desenvolupar un mètode operatiu per a la implementació de prismes espai-temporals basats en la xarxa utilitzant procediments SIG, el que demostra que aquestes mesures es poden utilitzar per avaluar la resposta del sistema de transport. Kwan (1998) va utilitzar tres mesures d'accessibilitat de l'espai-temps (el nombre de prismes d'espai-temps factibles, la suma ponderada de les oportunitats que contenen els prismes, i la longitud dels arcs de la xarxa) utilitzant mètodes de SIG basats en xarxa i un conjunt de dades de viatges diaris que conté al voltant de 50 llars a Columbus, Ohio, EUA. Els resultats es van comparar amb diverses mesures d'accessibilitat potencials i les mesures de contorn. La diferència més important en els resultats és que les mesures d'accessibilitat de l'espai-temps són

capaces de revelar diferències en l'accessibilitat individual, al contrari de les mesures d'accessibilitat geogràfica que atribueixen el mateix nivell d'accessibilitat a totes les persones que tenen el mateix lloc d'origen.

Advantages / desavantatges de la mesura

L'enfocament geogràfic de l'espai-temps a l'accessibilitat es basa en una àmplia gamma de transports, usos del sòl, individuals i factors d'organització que influeixen en la capacitat d'una persona per participar en les activitats necessàries o desitjades, i per tant l'accés d'una persona a les oportunitats. És un enfocament desagregat permetent tenir en compte les característiques personals. Aquest enfocament desagregat és també la principal desavantatge de les mesures d'accessibilitat d'espai-temps, és a dir, que descriu l'accessibilitat dels individus donat el seu temps, pressuposts i restriccions, i requereix grans quantitats de dades i esforç per ser aplicat com a mesura de l'accessibilitat basada en l'activitat. Utilitzant les dades existents, en general no són suficients tal i com passa amb els pressupostos dels individus que no estan disponibles (Thill i Horowitz, 1997). Les aplicacions sovint es limiten a una regió relativament petita i un petit subconjunt de la població a causa de la grans quantitats de dades necessàries. Per tant, és difícil afegir els resultats per avaluar l'accessibilitat a determinades oportunitats per a tota la població a nivell nacional. No obstant això, s'han realitzat esforços dirigits a desenvolupar models basats en l'activitat utilitzant informació estadística fàcilment disponible (dades d'ús del sòl existents i enquestes de viatge) - veure Veldhuisen (2000).

Un altre desavantatge és que les mesures d'accessibilitat de l'espai-temps es centren en el costat de la demanda només, és a dir, les mesures mostren possibles horaris d'espai-temps entre les possibles ubicacions de les activitats donades les restriccions de temps. Les mesures d'accessibilitat trobades en la literatura no inclouen els efectes de competència en les oportunitats. Per als estudis d'accessibilitat de l'espai-temps s'ha trobat en la literatura que això pot no ser un problema, ja que els estudis es limiten principalment als serveis de consum per als quals la competència no és (per exemple , serveis de venda al detall) molt rellevant. Curiosament, cap dels estudis d'accessibilitat de l'espai-temps analitza l'accessibilitat de treball -per al qual els efectes de la competència són rellevants. Per tant, per a l'anàlisi de l'accessibilitat a les oportunitats en què es produeix la competència (llocs de treball, llits d'hospital, places escolars), les mesures d'accessibilitat de l'espai-temps tenen els mateixos inconvenients que la mesura bàsica d'accessibilitat potencial.

3.4 Mesures d'accessibilitat basades en la utilitat

3.4.1 Descripció

Una altra perspectiva sobre l'accessibilitat està donada per les mesures d'accessibilitat basades en la utilitat, que es basen en la teoria econòmica. Les mesures d'accessibilitat basades en la utilitat interpreten l'accessibilitat com el resultat d'un conjunt d'opcions de transport. La teoria de la utilitat es refereix a la decisió de compra d'un producte d'un conjunt d'opcions possibles, totes les quals compleixen essencialment la mateixa necessitat (Greene i Liu, 1988), i que es poden utilitzar per modelar el comportament del viatge i els beneficis dels diferents usuaris d'un sistema de transport. L'enfocament basat en l'accessibilitat de la utilitat afirma que l'accessibilitat ha de mesurar-se en el nivell individual i que el càlcul de l'accessibilitat de l'individu ha de tenir en compte les característiques dels usuaris (variables d'ingrés i demogràfics), a més de les característiques del viatge (velocitat, les despeses de viatge) (Banister i Berechman, 2000).

3.4.2 Aplicacions

Malgrat els molts estudis teòrics, el concepte d'utilitat d'accessibilitat no s'utilitza molt sovint en els estudis pràctics d'accessibilitat. Un exemple és de Koenig (1980), que es va aplicar una mesura d'accessibilitat potencial bàsica i una mesura de l'accessibilitat basada en un logaritme per analitzar els canvis d'accessibilitat, com a resultat de les alternatives d'inversió en carreteres a Le Mans (França) . En aquest estudi, la utilitat es converteix en valors monetaris (en francs francesos per persona per any). El benefici net es va mesurar com l'exponencial negatiu del temps de viatge a set grans ciutats, menys el cost monetari del viatge. Un altre exemple és el de Sweet (1997), que analitza l'accessibilitat basada en logaritme per analitzar l'accessibilitat del treball a Londres amb cotxe i amb transport públic. En l'estudi de Sweet, el logaritme s'expressa en minuts de temps dividint les utilitats per un factor d'escala. Niemeier (1997) i Handy i Niemeier (1997) ofereixen un enfocament interessant per utilitzar l'excedent del consumidor com una mesura de l'accessibilitat per calcular el valor que la gent atribueix a l'accessibilitat del treball. El resultat és diferent quan es calcula per a tota la mostra que quan es calcula en diversos segments. Un altre exemple és el de Levine (1998), que utilitza una mesura de l'accessibilitat basada en la utilitat per avaluar l'impacte del temps de trajecte en les decisions de a l'hora de trobar una localització per a la residència habitual.

3.4.3 Avantatges / desavantatges de les mesures basades en la utilitat

Un avantatge important de les mesures basades en la utilitat és que tenen una base teòrica, és a dir, la teoria de la utilitat aleatòria en què es basen aquestes mesures proporciona un enllaç directe a la teoria tradicional micro-econòmica del benestar. A més, la mesura té una millor base que la mesura bàsica d'accessibilitat potencial, és a dir, mesures basades en la utilitat representen l'accessibilitat de les persones en un lloc, mentre que l'accessibilitat potencial representa accessibilitat d'una ubicació o

zona, (implícitament) suposant que tots els individus d'una mateixa ubicació tinguin el mateix nivell d'accessibilitat. Un altre avantatge de les mesures basades en la utilitat és que donen lloc a resultats realistes quan s'agrega l'accessibilitat individual.

El desavantatge d'una mesura de l'accessibilitat basat en la utilitat és que la mesura no s'interpreta fàcilment i que la formulació no es pot explicar sense referència a complexes teories (models de comportament d'elecció de destinació o excedent del consumidor) (Koenig, 1980). A més, és difícil comparar diferents funcions d'utilitat, per exemple, per regió o barri (Handy i Niemeier, 1997).

4. ANÀLISI DE L'ACCESSIBILITAT A CATALUNYA

Després d'aquesta part teòrica sobre l'accessibilitat territorial, de tots els components que es poden tenir en compte en la seva valoració, així com d'una revisió de les mesures que hi tenen a veure de forma general, cal enfocar aquest estudi, veient com poder abordar el tema d'una manera aplicada. S'ha pres com a referència l'escala regional, en concret en el territori català i concretament en mesurar i calcular l'accessibilitat mitjançant l'**Indicador Distància** que es troba dins del grup de les Mesures basades en Infraestructures (3.2) i que afecta al Component del Transport (2.2). Aquest indicador serà el resultat que sortirà dels càlculs que es podran fer gràcies a la metodologia explicada pas a pas més endavant i que finalment es veuran reflectits en els mapes de Catalunya en l'apartat 4.2.

Això significa que la resta de mesures que s'han descrit en la part teòrica no s'aplicaran en l'elaboració d'aquests mapes ja que, en primer lloc, seria un treball molt més extens, i en segon lloc, per la dificultat d'accés a les dades necessàries per a poder aplicar les mesures amb un mínim de condicions i de fiabilitat, però malauradament no es disposa d'aquesta possibilitat per l'inconvenient ja descrit en la introducció de no poder accedir al SIMCAT. Entre aquests inconvenients el ja mencionat de que no s'ha pogut obtenir informació sobre temps o sobre altres variables com les de calcular la resta d'indicadors, en qualsevol cas pensem que un indicador bàsic d'accessibilitat és sempre el que ha de veure amb la distància del traçat de la infraestructura i al que ens dediquem com exemple de com abordar un càlcul i presentació de resultats en els apartats posteriors.

En qualsevol cas, no obstant, malgrat les diferències principals en la quantificació i mesures de l'accessibilitat, existeixen un conjunt d'elements i qüestions comunes al voltant de qualsevol formulació sobre l'accessibilitat que es pot resumir en (Pueyo Campos, 1993):

- La mesura o separació entre dos o més punts (localitzacions).

- La relació a un sistema de comunicacions o interaccions entre espais que permet salvar la distància entre ells, l'esforç requerit, i la relació amb algun tipus d'activitat de la que l'usuari vulgui formar part.
- Les formulacions utilitzades en els models d'accessibilitat es basen en els càlculs de distàncies mínimes entre els nodes de la xarxa de transport (quantificades de diverses formes), per la qual cosa són necessaris mètodes i algoritmes per determinar les rutes o camins crítics, distàncies mínimes, millors temps de desplaçament o rutes de millor qualitat entre d'altres.

Questions que abordem en el treball aplicat que es presenta a continuació.

- La diversitat i especificitat dels casos d'estudi (escales d'aplicació, mitjans de transport seleccionats, característiques de les xarxes, potència dels algoritmes, etc), ha generat la necessitat d'utilitzar diferents formulacions, i on un mateix concepte (accessibilitat) pot ser per tant mesurat de diferents maneres. Per això cada estudi sol ser específic i els resultats no poden extrapolar-se de forma general, sent conscients que les comparacions s'han de realitzar considerant aquesta pluralitat de punts de vista d'anàlisi.

L'objectiu que té aquesta part aplicada és mostrar que malgrat les definicions que es fan del terme accessibilitat, sembla com si estiguéssim davant d'un terme senzill, el càlcul del qual no ho és. Això comporta plantejar-se tots els possibles Components que poden intervenir-hi, seleccionant-los i a continuació decidir quin indicador és el més adequat. Per aquest motiu, en aquest treball a més a més de presentar la varietat de Components i mesures que tenen a veure amb el càlcul de l'accessibilitat, es vol mostrar com a exemple pràctic tot el laboriós procés darrera el seu càlcul i representació.

Tal i com hem mencionat en el primer paràgraf d'aquest punt 4, el marcador a estudiar és el de la **distància** i estarà aplicat al territori català. En aquest punt teòricament també s'hauria d'incloure el factor temps, però malauradament la possibilitat d'aconseguir-ne dades és bastant difícil. Això s'explica perquè el fet de mesurar el temps no és un factor ni matemàtic ni exacte i a més depèn molt de la forma de com quantificar-lo; quan s'obté la capa corresponent a la xarxa de carreteres el temps no s'inclou i en el cas que s'inclogui es mostra a través de les velocitats màximes de circulació reglamentàries per no esmentar que en aquest cas sols es reflecteix en les vies principals. Tot i això s'ha de tenir en compte que ningú circula de forma continuada a la màxima velocitat durant tot el trajecte, és a dir, obviant aspectes com el traçat que no sempre és en línia recta, l'estat de la via, possibles inclemències meteorològiques, la concentració del mateix conductor que no sempre és al cent per cent, l'estat del trànsit, el tipus de vehicle...

Una possible eina per poder mesurar el temps tenint en compte els factors anteriors és el SIMCAT (Sistema d'Informació i Modelització per a l'Avaluació de Polítiques Territorials a Catalunya) de la Secretaria per a la Planificació Territorial de la Generalitat de Catalunya. Aquest sistema conté models de previsió de demanda de trànsit mitjançant una avaluació multicriteri que tenen en compte factors d'accessibilitat, d'externalitats ambientals, d'accidentabilitat i de nivell de congestió de les vies. Cadascun d'aquests criteris es calculen utilitzant eines SIG especialitzades en xarxes de transport. Apart d'aquests models de previsió el SIMCAT també conté utilitats de gestió i anàlisi de xarxes de transport, gestió de bases de dades, eines d'anàlisi estadística i de mapatge. L'inconvenient del SIMCAT és que sols està disponible en ordinadors que utilitzen els tècnics de la Secretaria per a la Planificació Territorial del Departament de Política Territorial i Obres Públiques per tant com que no s'hi ha pogut accedir s'ha hagut de limitar de treballar amb les dades disponibles, és a dir de la xarxa viària.

Si haguéssim agafat un indicador que mesurés temps de desplaçaments, hauríem d'haver-lo calculat nosaltres, allunyant-se de l'objectiu d'aquest punt, que és simplement, mostrar el procés laboriós de qualsevol apropament a les mesures d'accessibilitat, i sobretot del que interessa als estudis territorials i que són els resultats del seu plantejament. En qualsevol cas som conscients de la importància que aquest component té en la societat actual.

En el cas que ens ocupa no es tindrà en consideració doncs el factor temps, tot i això, només amb l'anàlisi del factor distància es poden portar a terme amb prou rigorositat un nombre quantiós d'estudis relacionats amb l'ús de la xarxa viària.

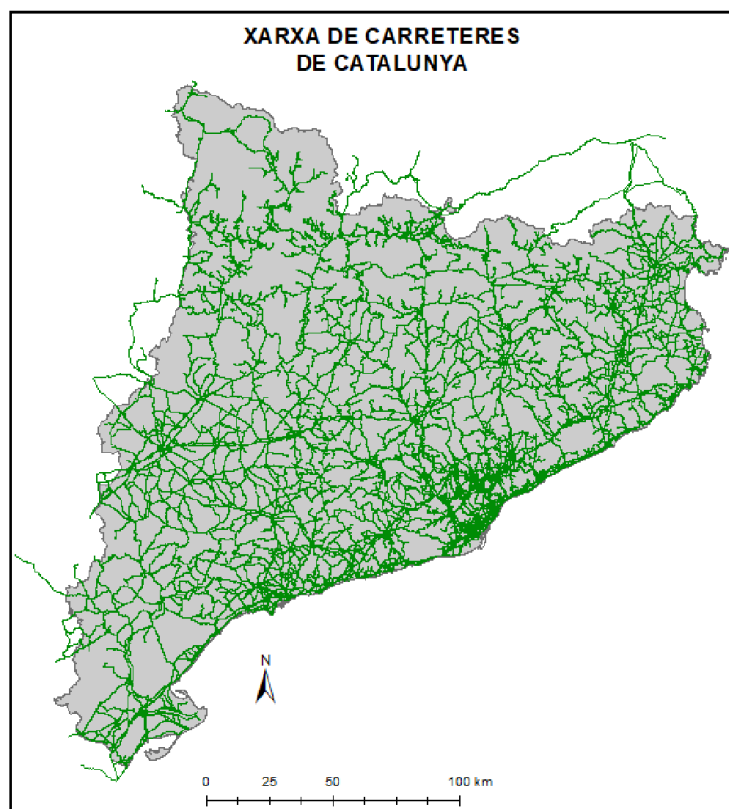
4.1. Metodologia

En primer lloc l'element indispensable per a poder calcular l'accessibilitat dels territoris pel que fa als aspectes d'infraestructures vials, que per al nostre treball es recolzarà amb l'ús de sistemes d'informació geogràfica (SIG), és poder disposar d'una capa digitalitzada completa de la xarxa viària catalana.

Que sigui completa és l'aspecte clau i més difícil d'assolir ja que considerant que sí que existeixen plataformes d'infraestructures de dades espacials com l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) o bé el Instituto Geográfico Nacional (IGN), no disposen de manera clarificadora d'una capa completa disponible per a descarregar de la xarxa viària.

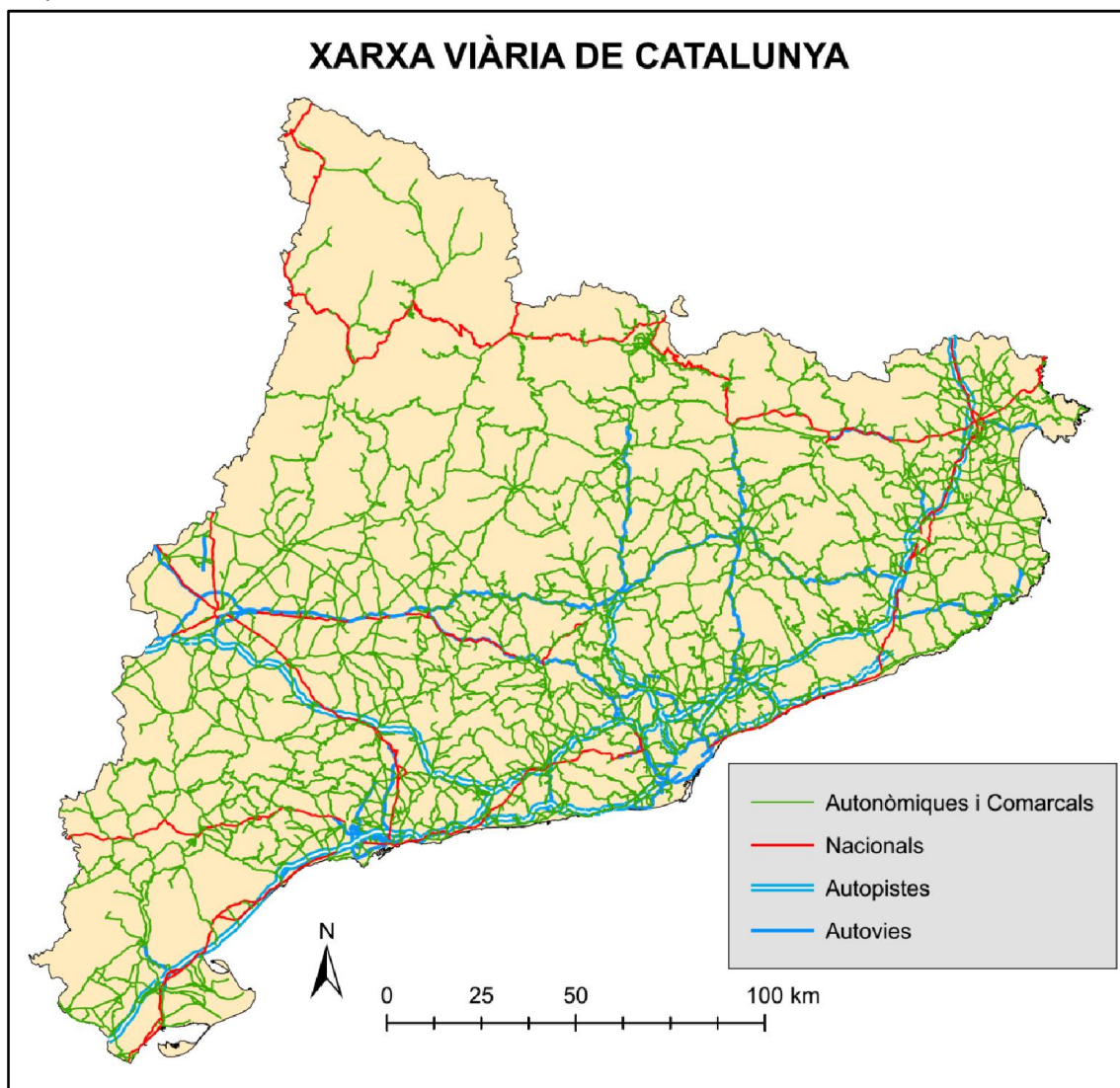
Una possible explicació rau en el fet que la titularitat de les vies no sempre pertany al mateix organisme oficial, la qual cosa posa traves a la creació d'una única capa conjunta i completa.

Mapa 4.1.1 Xarxa viària catalana



Font: Servei de Cartografia i SIG de la UdI

Mapa 4.1.2 Xarxa viària catalana



Font: Elaboració pròpia.

Per a l'elaboració de l'estudi que ens ocupa, la capa ha estat facilitada pel Servei Científico-Tècnic de Cartografia i SIG de la Udl, i per tant s'ha pogut utilitzar amb total fiabilitat ja que és una base depurada i comprovada per al seu ús. Aquesta capa consisteix en la digitalització de totes

Taula 4.1.3 Taula de la capa digitalitzada de la xarxa viària catalana

GRAT_ARCS													
FID	Shape *	ID	IDARC	IDCARTOGRA	CODIEX	CORRENTIT	POSICIONI	POSICIONE	IDNODELIN	IDNODELINA	IDSENTIT	IDBLOQUEIG	
0	Polylines	59	59	15	V-6001	200m		788.843712	10		0	0	
1	Polylines	51	51	10335	N-41a	200m	51644.122255	3210.530242	16509		137	0	
2	Polylines	52	52	10811	N-41a	200m	36119.486242	92687.40484	16136		1822	0	
3	Polylines	53	53	12638	N-41a	200m	80637.413484	97108.544851	16122		18105	0	
4	Polylines	54	54	10841	N-41a	200m	82726.844482	92726.812125	16126		18121	0	
5	Polylines	55	55	12841	N-41a	200m	82735.012126	97363.602091	16127		15661	0	
6	Polylines	56	56	12623	N-41a	200m	82733.002281	93268.663682	16661		15746	0	
7	Polylines	59	59	12523	N-41a	200m	93291.03735	93147.912424	15706		15706	0	
8	Polylines	72	72	15832	N-41a	200m	93778.373465	34420.75545	20278		20091	0	
9	Polylines	36	36	31	C-42b	200m		6466.546115	4		77	0	
10	Polylines	37	37	38	C-42b	200m	6456.024515	8601.665112	77		76	0	
11	Polylines	38	38	33	C-42b	200m	8631.665112	9123.944779	76		75	0	
12	Polylines	48	48	3136	-602	200m	42.553214	327.751007	24		3035	0	
13	Polylines	11	11	3139	-602	200m	937.701187	3971.668377	3695		187	0	
14	Polylines	42	42	70	-602	200m	29975.523317	6003.7453	107		91	0	
15	Polylines	13	13	72	-602	200m	3939.1185	7307.58818	91		114	0	
16	Polylines	44	44	3139	-602	200m	7337.193816	10086.21323	14		3032	0	
17	Polylines	46	46	4194	-602	200m	16392.21522	11448.208065	26362		3485	0	
18	Polylines	46	46	3193	-603	200m	11458.283865	11689.699241	3489		92	0	
19	Polylines	47	47	37	-602	200m	11638.692441	14445.647669	92		16	0	
20	Polylines	48	48	11	-603	200m	14845.847565	15714.516279	18		1	0	
21	Polylines	49	49	13	-602	200m	15714.33222	19670.811543	1		16	0	
22	Polylines	50	50	12	-501	200m		1071.668033	1		2	0	
23	Polylines	51	51	14	-502	200m		468.018929	18		16	0	
24	Polylines	52	52	1	-5061	200m		278.15647	5		6	0	
25	Polylines	53	53	1	-5062	200m		1354.246159	0		102	0	
26	Polylines	54	54	57	-5062	200m	1391.261519	1481.46085	102		2	0	
27	Polylines	55	55	55	-5065	200m		67.667755	12		35	0	
28	Polylines	56	56	55	-5065	200m	37.667755	6103.888123	89		11	0	
29	Polylines	57	57	3245	-5072	200m		2271.45895	15		3651	0	
30	Polylines	58	58	3245	-5072	200m	2271.45895	3570.862284	3651		2	0	
31	Polylines	58	58	16510	-5230	Autovia		1689.519791	18853		13881	2	0
32	Polylines	59	59	15513	-5230	Autovia	1682.519791	2202.284719	18851		13882	2	0
33	Polylines	91	91	16028	-5230	Tornavella		49.516795	18853		13874	1	0
34	Polylines	30	30	16029	-5230	Tornavella	42.516796	1688.238659	10574		13801	1	0
35	Polylines	93	93	14451	-5230	Tornavella	1638.238659	1696.711833	18801		13784	1	0
36	Polylines	93	93	14451	-5230	Tornavella	4612.516795	9909.62695	18914		13624	1	0

Font: Servei Científico-Tècnic de Cartografia i SIG de la Udl

les vies del territori català dividides segons el nom de cadascuna, el tipus, la jerarquia, el sentit i la longitud del tram.

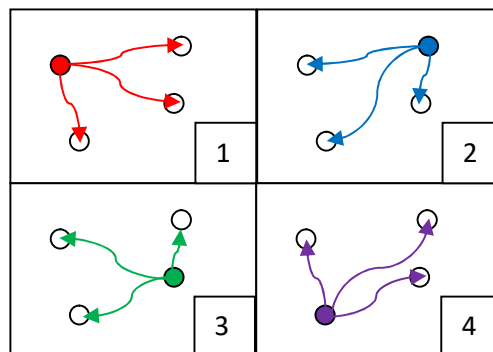
Una altra capa digitalitzada que es necessita per analitzar l'accessibilitat territorial és la corresponent a la representació des diferents límits del territori, és a dir, en els dos primers mapes correspondrà als límits municipals i en els dos darrers correspondrà als límits comarcals. Aquestes capes s'han obtingut de l'ICGC on a través de la seva pàgina web, on accedint a un visor de mapes es pot descarregar un nombre molt gran de capes , incloses les que s'han utilitzat, de forma oberta i gratuïta per a qualsevol usuari.

L'altre element és una capa de punts de les localitzacions que volem analitzar, que estan disponibles a través de qualsevol infraestructura de dades espacials com ara l'ICGC o bé l'IGN. Si enlloc de voler mesurar localitzacions concretes, com ara municipis, es volen analitzar territoris específics com Comunitats Autònomes, Províncies, Comarques, termes municipals o bé d'altres divisions que es puguin crear aleatòriament; llavors s'hauran de calcular els centroides, és a dir es pren com a referència aquest punt central o centroide a través de les eines que proporciona software ArcGIS i a partir d'aquest punt es van calculant les distàncies utilitzant la xarxa viària. Si pel centroide no passa cap via terrestre el mateix sistema busca la via més propera. A partir d'aquí va mesurant totes les distàncies des d'aquest centroide cap a cadascun de la resta de centroides de Catalunya .

A l'hora de representar els càlculs resultants es mostrarà el que es denomina Accessibilitat Absoluta Potencial que és la mesura que indica l'accessibilitat sols tenint en compte la situació geogràfica de les localitzacions, mentre passa per alt que aquesta localització condiona les possibilitats reals de comunicació.


Per a realitzar aquests càlculs mesurarem les distàncies de cadascuna de les localitzacions cap a la resta; és a dir, a tall d'exemple, si prenem quatre localitzacions (vermell, blau, verd i lila) s'ha de començar per la vermella calculant la distància entre el punt d'origen i les tres destinacions. Aquesta distància no s'ha de calcular en línia recta sinó a través de la xarxa viària (tal com es mostra en el quadre 4.1.4).

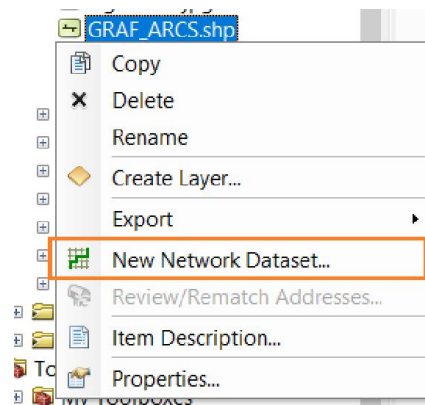
De les tres distàncies resultants es treu la mitjana la qual és l'indicador de la seva accessibilitat. Se segueix el mateix procés per a la resta de localitzacions. Les quatre mitjanes resultants corresponen a l'indicador d'accessibilitat, les quals, com més baixes siguin l'accessibilitat serà més bona i a la inversa.



Quadre 4.1.4

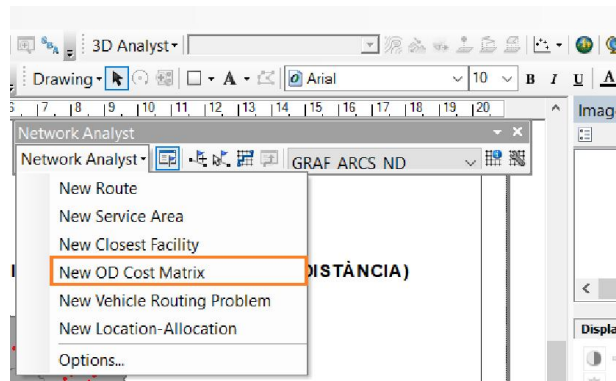
Després de descriure els elements necessaris i els càlculs corresponents com hem dit abans, a continuació cal detallar pas a pas tots els processos que s'han de dur a terme. Com que el que realment ens interessa és veure sobre el territori els resultats de l'indicador utilitzat, s'ha anat a buscar l'ús d'eines que permetessin relacionar l'indicador amb l'espai utilitzant les eines SIG. Els mapes resultants de l'estudi que ens ocupa s'han elaborat amb el software **ArcGIS** de l'empresa americana ESRI (Environmental Systems Research Institute) que es dedica a programari especialitzat de sistemes d'informació geogràfica. Dins d'aquest software s'han hagut de seguir diversos passos que a continuació es detallem. Per tant, totes les imatges que es mostraran pertanyen a aquest software i els passos enumerats, així com les seves dificultats:

1. Per començar el procés anirem al mòdul de **Arc Catalog** dins del programa de Arc GIS. Aquí, clicarem a  per enllaçar amb la carpeta on tenim la capa de la xarxa de carreteres, un cop enllaçada fem clic amb el botó dret damunt de la capa en format .shp (shapefile). De les opcions que es presenten, es tria **New Network Dataset** per tal de convertir la capa que no deixa de ser un conjunt de línies en una capa que passa a ser una xarxa viària preparada per a calcular distàncies.



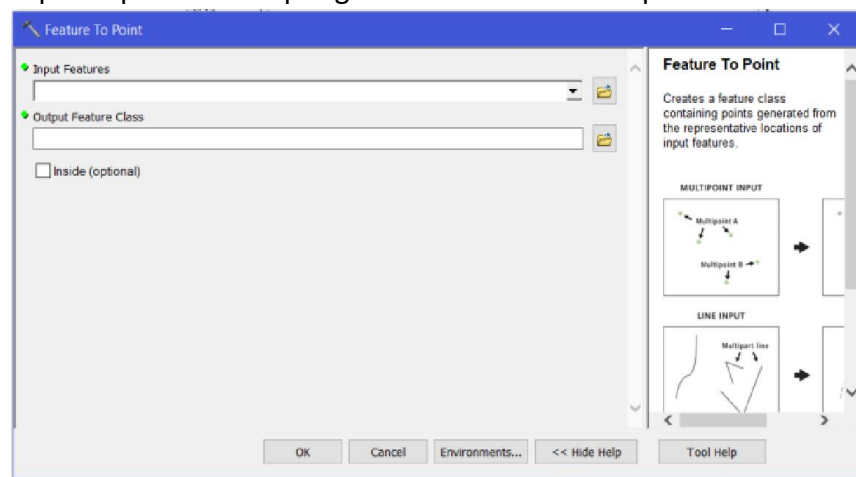
2. A continuació s'obre una finestra per configurar una sèrie de paràmetres abans de crear la nova capa. El **primer** paràmetre consisteix en definir un nom qualsevol, el **segon** fa triar si es vol activar o no, permetre els canvis de sentit, el **tercer** consisteix en establir connexions entre les diferents vies per crear la nova xarxa clicant l'opció de Connectivity que obrirà una nova finestra on s'haurà de comprovar que la columna Connectivity Policy tingui seleccionada l'opció End Point; el **quart** serveix per establir l'alçada respecte al mar de les vies, encara que en aquest cas no cal (és a dir s'ha de deixar posada l'opció None); el **cinquè** consisteix en establir les unitats de mesura de les distàncies, en aquest cas la columna Unit ha de tenir seleccionades les unitats en quilòmetres; el **sisè** serveix per especificar el sentit de les vies però igualment s'ha de deixar l'opció No; el **setè** i **últim** simplement mostra un resum general dels paràmetres anteriors per comprovar si està tot correcte i, si és així es clica per **finalitzar** a Finish.

3. A continuació ja podem tancar l'Arc Catalog i ja podem obrir un nou document d'**ArcMap**, tot seguit afegirem la capa recent creada, per fer-ho cliquem al signe + per navegar cap a la carpeta on la tenim i llavors s'ens afegirà al panell esquerra de Table of Contents. Seguidament obrim la barra d'eines **Network Analyse** on automàticament apareixerà el nom de la capa que hem afegit i cliquem damunt de Network Analyse per triar quin tipus de càlcul volem fer. En aquest cas triarem **New OD Cost Matrix** perquè volem calcular el cost, en aquest cas, distància d'un conjunt de localitzacions.



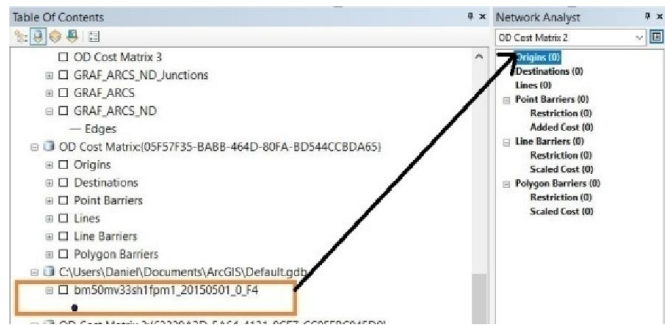
4. Una nova finestra apareixerà anomenada Network Analyse on hi ha un conjunt d'elements que els que interessen són **Origins**, **Destinations** i **Lines**. En aquest cas els Origins han de ser els mateixos que les Destinations ja que, com s'ha dit s'han de calcular les distàncies de cada punt cap a la resta de punts, i a Lines seran el conjunt dels resultats dels càlculs. Tot seguit toca afegir la nostra **capa dels punts**, és a dir les localitzacions de les quals volem calcular l'accessibilitat. Per fer-ho clicarem sobre el símbol + de color groc.

5. En el cas que la capa de punts correspongui a les localitzacions que es vol calcular, ja es podrà anar al pas 6 d'aquesta enumeració. Ara bé, si es vol fer aquests càlculs per **territoris concrets**, s'haurà de



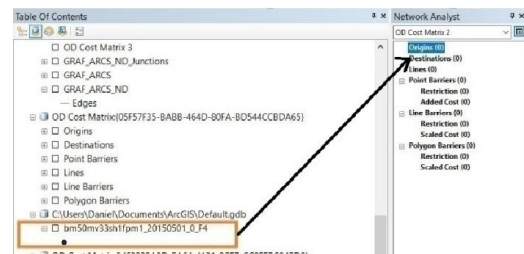
crear la capa dels punts mitjançant **centroids**, és a dir, creant els punts agafant com a referència el centre del territori a calcular. Per fer-ho utilitzarem l'eina **Feature to Point**, on al primer requadre seleccionarem la capa que previament haurem afegit del territori, és a dir dels termes municipals, comarques, etc.... I al segon requadre on ho volem desar. Quan farem clic a ok s'ens afegirà la nova capa de punts a la Table of Contents.

6. Quan ja tinguem afegida la capa de localitzacions a la Table of Contents hem d'arrossegar-la cap a la paraula **Origins** de la finestra Network Analyse. Una nova finestra s'obrirà on a dalt de tot veurem el nom de la capa que hem arrossegat i a l'apartat inferior anomenat Location Position




seleccionem l'opció **Use Geometry** on indicarem l'opció Search Tolerance indicada per defecte en metres que indiquen la distància màxima en què es pugui ubicar una localització respecte a la via més propera. Al finalitzar clicarem Ok per procedir a afegir les localitzacions de Origins.

7. De la mateixa manera que s'ha fet amb Origins ho farem amb **Destinations**. Amb les dos opcions ja realitzades s'observa entre parèntesis el nombre de localitzacions afegides. Ja per iniciar els càlculs de les distàncies clicarem dins de la barra

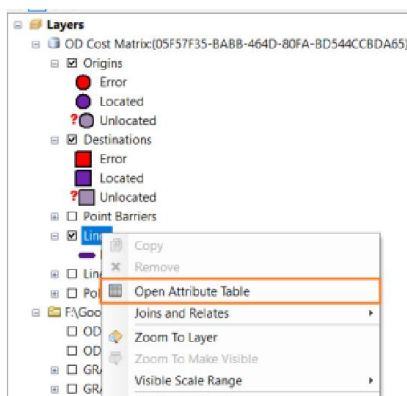


els càlculs de les distàncies clicarem dins de la barra

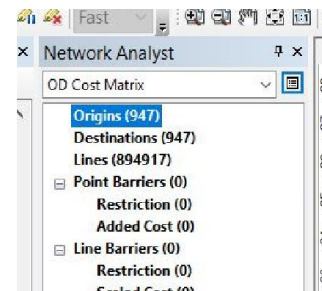


d'eines el **símbol**  i s'iniciarà el càlcul que, depenent del nombre de localitzacions trigarà més o menys estona.

8. Quan finalitzi el procés en l'apartat **Lines** de la finestra **Network Analyse** mostrarà entre parèntesis el nombre de càlculs realitzats i se'ns



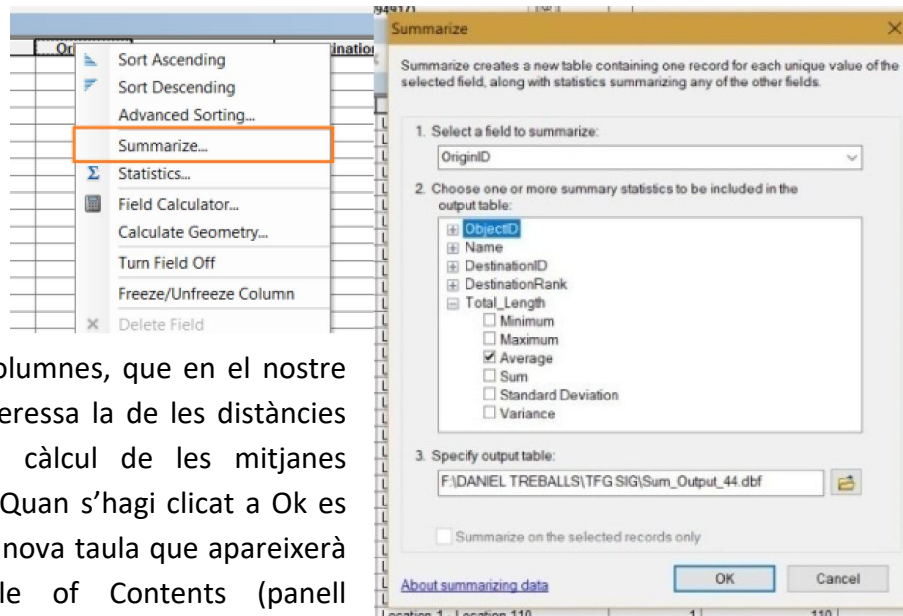
mostrarà un conjunt de línies en el mapa que tot i semblar que les distàncies s'han calculat en línia recta, en realitat s'han calculat a través de la xarxa viària real. A la Table of Contents, igual que a la finestra Network Analyse se'ns mostren els Origins, Destinations i Lines, en aquest cas clicarem botó dret sobre **Lines** i entrarem i seleccionarem l'opció **Open Attribute Table**. Llavors es mostrarà la taula amb els càlculs de les distàncies en km a l'última columna. S'observa també una columna anomenada **OriginID** que indica el número de la localització en la qual s'han calculat les distàncies cap a la resta de localitzacions.



9. Per a poder calcular les mitjanes d'aquestes distàncies, s'ha de clicar el botó dret damunt de la columna **OriginID** i clicar a **Summarize**. A la finestra que s'obre s'observa

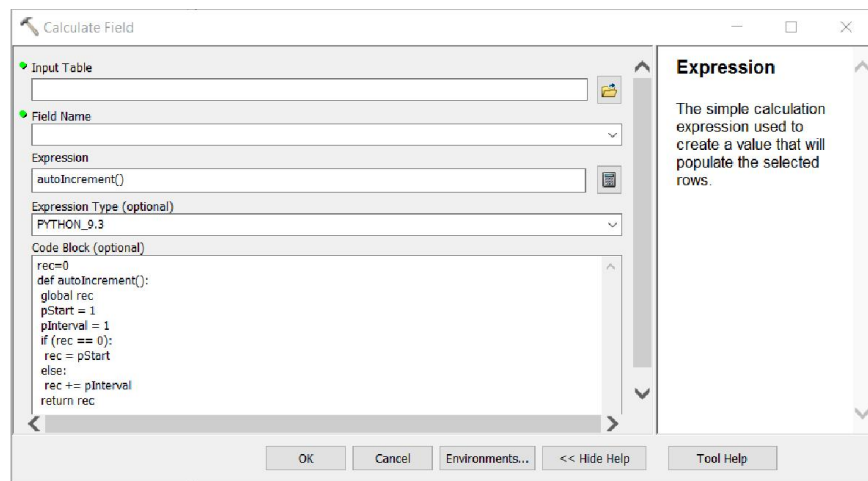
en primer terme el nom de la columna, en segon terme surten

totes les columnes, que en el nostre cas ens interessa la de les distàncies per fer el càlcul de les mitjanes (**Average**). Quan s'hagi clicat a Ok es crearà una nova taula que apareixerà a la Table of Contents (panell esquerra).



10. Ara el que es necessita és relacionar aquesta **taula** resultant amb la capa de les **localitzacions** per així poder mostrar l'índex d'accessibilitat de cadascuna d'elles. Abans de tot cal crear una nova columna a la capa de les localitzacions convenientment enumerada. Per fer aquesta operació s'ha d'utilitzar en primer lloc l'eina Add Field (on al primer requadre seleccionarem la capa de les localitzacions,

al segon el nom que volem posar a la nova columna i al següent quin tipus de dades incorpora, que en el nostre cas

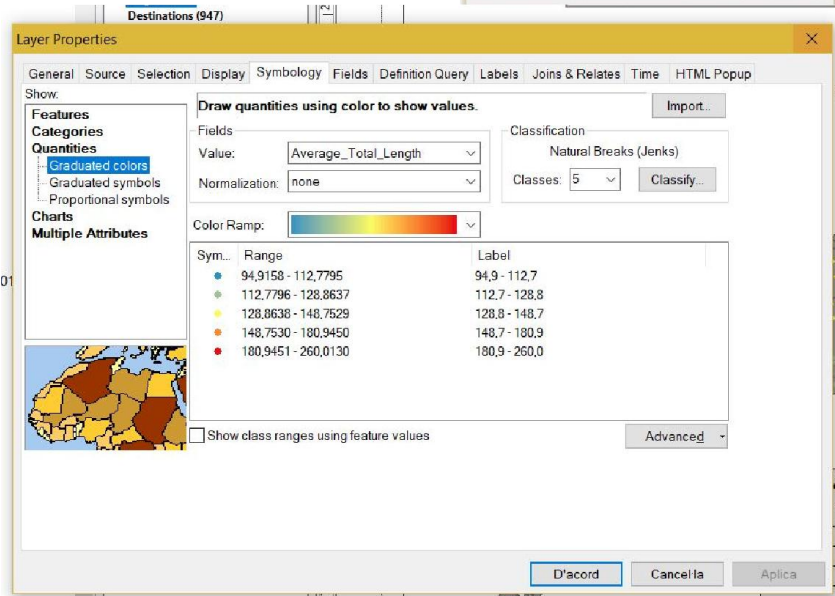
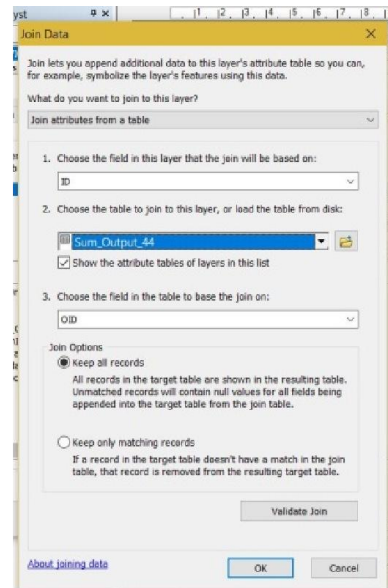


triem Short. Després, per calcular l'enumeració s'utilitza l'eina **Calculate Field** on indicar la capa, la columna on realitzar el càlcul i l'**expressió matemàtica** en sí, en aquest cas he utilitzat la que es mostra en la imatge:

11. Ara, per a realitzar la **relació** entre la **taula de les distàncies calculades** i la **capa de les localitzacions**, entrarem dins les propietats de la capa clicant-hi damunt amb el botó dret. Entrarem dins la pestanya **Join and Relates** i utilitzant **Join Data** se'ns obrirà una nova finestra on, en primer lloc s'ha de seleccionar la columna que hem creat en l'anterior pas, en segon lloc, triarem la taula amb les distàncies calculades i finalment triarem la columna amb què ens basarem per fer la unió entre cada destinació amb el seu corresponent índex d'accessibilitat. Una vegada acceptada la unió ja podem anar a la pestanya

Symbology

on podrem triar de quina manera volem representar l'índex d'accessibilitat de les localitzacions en el mapa que volem crear.

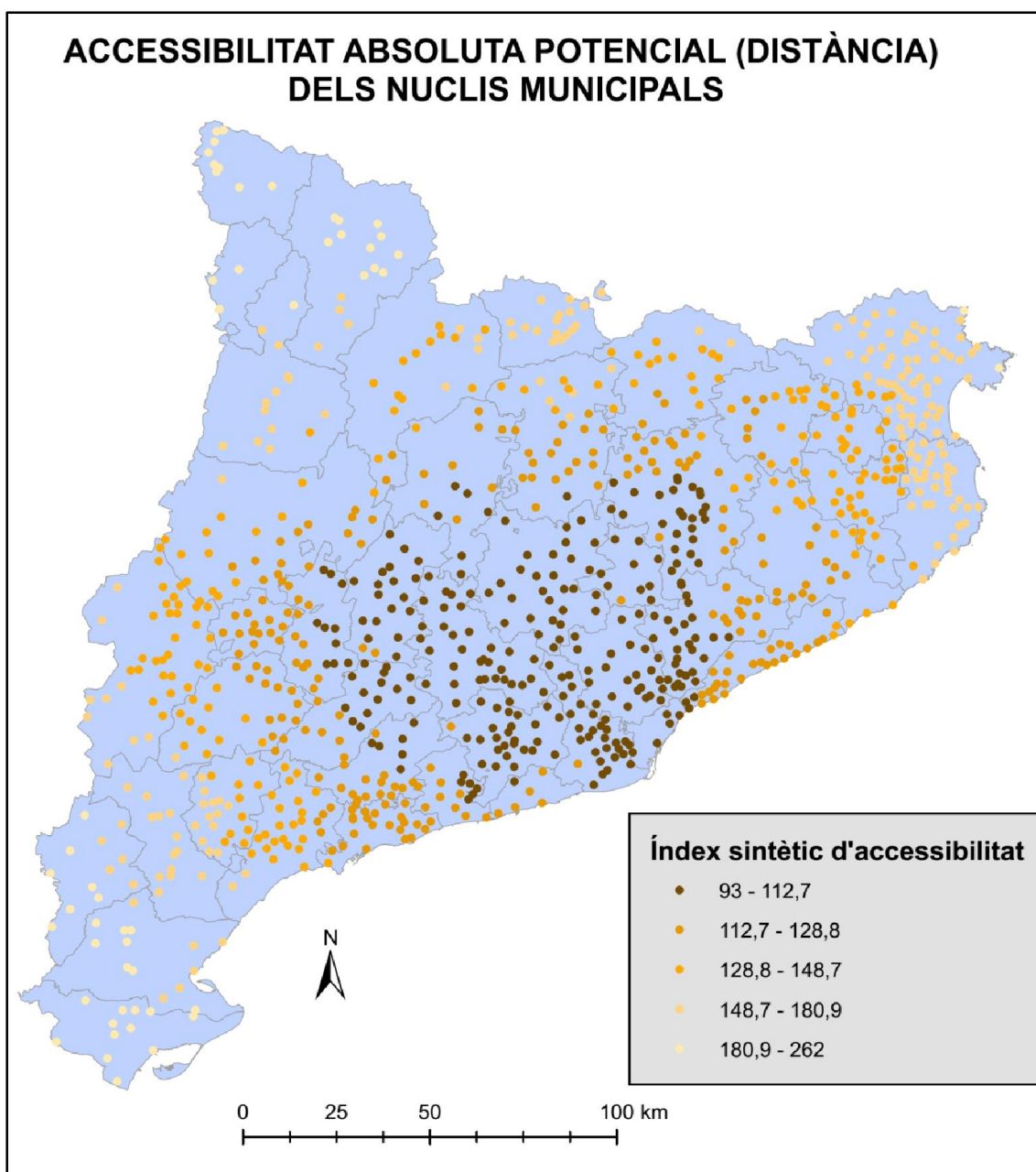


4.2. Resultats

Seguint el procés d'elaboració plantejat per analitzar l'accessibilitat general de la xarxa viària catalana s'han elaborat quatre mapes on es mostren els índexs dels diferents nivells administratius. Per a representar l'índex sintètic d'accessibilitat es mostra amb una doble gradació de colors que, partint del blau referit a les zones amb més accessibilitat, passant pel verd, continuant pel groc i taronja i finalitzant amb el vermell referit a les zones amb menys accessibilitat.

Es pot donar el cas que algun dels valors representats quedin aïllats respecte els valors que l'envolten i aquest fet pot estar relacionat o bé amb un error en la digitalització de les vies que en alguns dels casos he pogut esmenar manualment, o bé per l'absència d'alguna via que per algun motiu no es va incloure en la capa.

ELS QUATRE MAPES RESULTANTS SÓN:



El fet de mesurar l'accessibilitat en nuclis municipals els quals són els punts que es mostren en aquest mapa, permet apropar-se molt a la realitat ja que es fa referència a poblacions concretes, no a divisions territorials. En aquest sentit el càlcul s'ha fet mesurant la distància de cada població (mostrats en punts) cap a la resta de poblacions de Catalunya, una per una; llavors aquestes distàncies se sumen i surt una mitjana, i així amb cadascuna de les poblacions o municipis.

Totes aquestes operacions que com es pot deduir són múltiples estan sintetitzades en la fórmula següent:

$$IAAD_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n d_{ij}}{n-1}$$

On IAAD_i és l'Índex d'Accessibilitat Absoluta de Distància. En aquesta fracció el numerador és la suma de totes les distàncies i el denominador és el nombre de distàncies calculades, és a dir, trobar la mitjana.

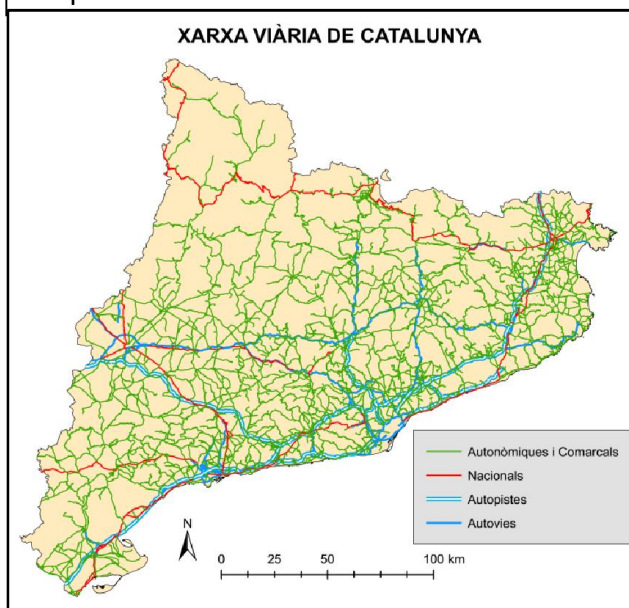
En aquest mapa, com a referència s'ha representat la divisió comarcal per a poder-se situar geogràficament.

La zona àmplia acolorida amb marró més fosc fa referència als nuclis amb una major accessibilitat, és a dir, amb la mitjana de les distàncies més baixa i això es deu, en primer lloc per la seva localització central a Catalunya i també per una major densitat de la xarxa viària.

Com a resultats de la interrelació dels components de l'accessibilitat examinada podem veure que pel que fa a Barcelona, la seva influència com a capital és absolutament decisiva per la seva fortalesa com a ciutat socioeconòmicament molt potent. Això compensa el fet que no es trobi al centre del territori i per

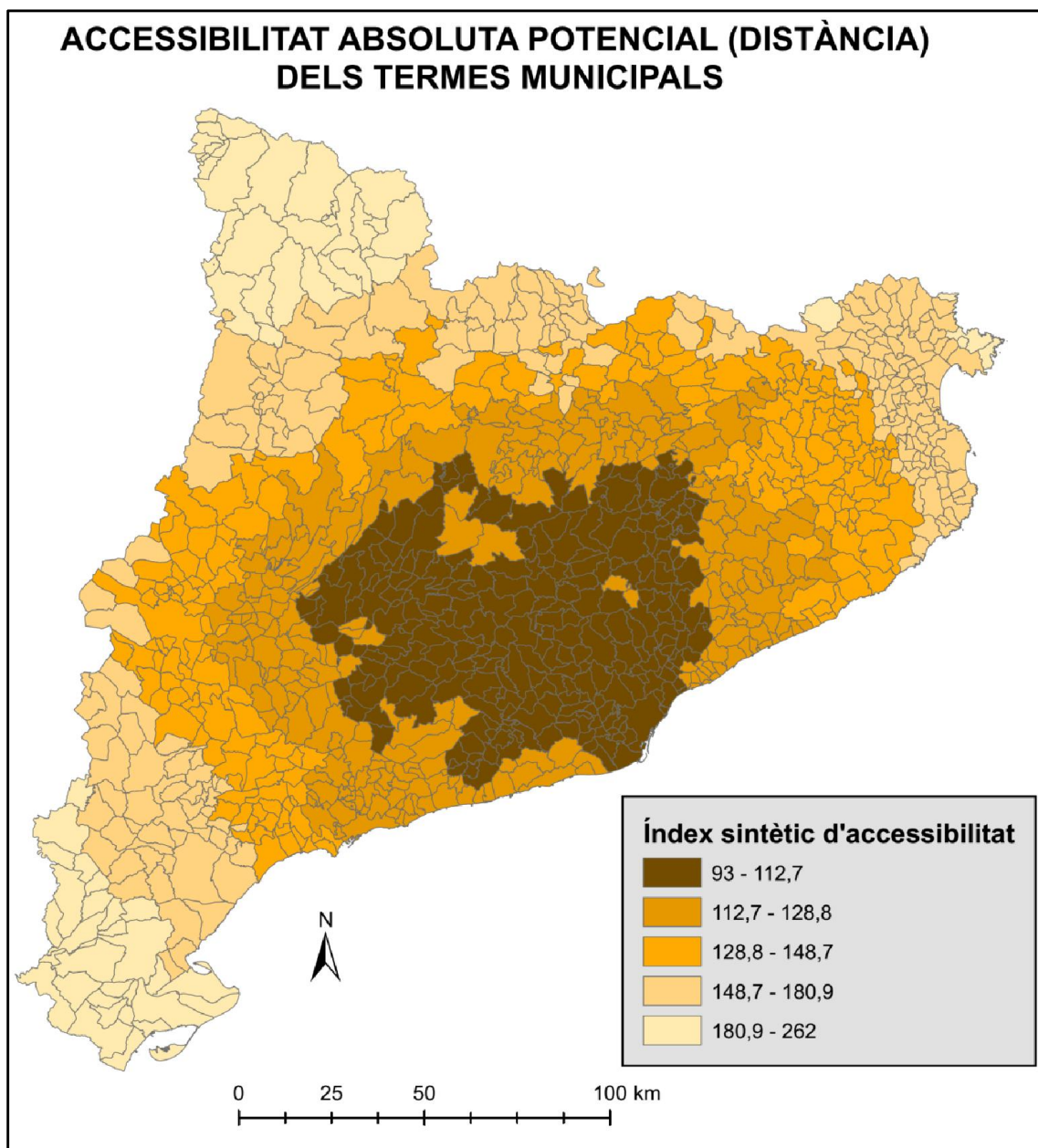
tant, en aquest sentit queda plasmada la seva millor comunicació amb el conjunt del territori. És a l'entorn de la capital on la densitat de xarxes és major, la qual cosa fa que en aquest tipus de representació l'accessibilitat sigui major. Seguint la costa, cap al sud es troba el Garraf amb una accessibilitat menor per l'efecte de les muntanyes del Garraf que actuen una mica com obstacle, la qual cosa ha dificultat sempre la construcció de carreteres en aquest espai. Continuant cap a Tarragona s'observa tot una zona homogènia en nivell d'accessibilitat propiciada per trobar-se en el Camp de Tarragona i per la influència de la seva capital aquí també. Un fet semblant succeeix amb la Plana de Lleida on les comunicacions es veuen afavorides per la seva dèbil orografia. Els nuclis ubicats cap al Pirineu més Occidental són els que tenen més dificultats en les comunicacions pel fet novament de la seva orografia. A mesura que anem cap a l'est, per exemple cap a Manresa, es veu clarament la influència que té Barcelona per l'intercanvi comercial i laboral.

Mapa 4.2.1 Xarxa viària catalana



Font: Elaboració pròpia

Els Pirineu Orientals també marquen una manca de comunicacions però no tan extrema com a l'oest. Quan s'arriba a l'est la zona entre Girona i Banyoles, la qual és molt plana l'accessibilitat i mitjana i homogènia però també forma part d'una zona molt encarada al sector serveis, sobretot el turístic, i tot el que això implica. En definitiva, l'indicador elegit malgrat recolzar-se en pocs components possibles de l'accessibilitat deixa veure les interrelacions territorials que l'accessibilitat permet veure com ara la influència del medi físic i també la relació de la densificació de les xarxes on hi ha més població.

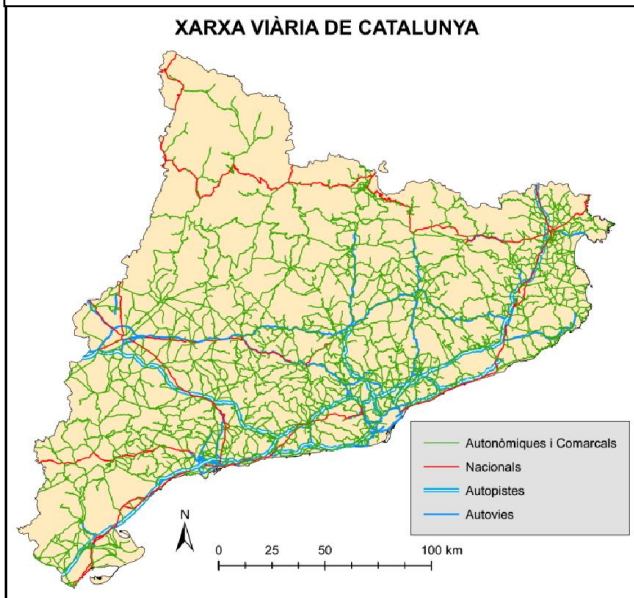


Aquest mapa és molt explicatiu pel fet que reflecteix l'accessibilitat per zones acolorides independentment del nombre de municipis ja que aquestes zones es veuen

molt diferenciades. S'observen molt clarament, com hi ha una sèrie de termes municipals aïllats per exemple a la franja que correspon a la segona tonalitat de marró que tenen menys accessibilitat de la que els correspondria, això pot ser degut a una possible distorsió de la capa de la xarxa viària tal com està mencionat al principi d'aquest apartat de Resultats.

Si en el primer mapa les localitzacions eren sobre municipis o nuclis municipals, aquí en canvi, fa referència als termes municipals; els valors han resultat de calcular, a partir dels centroides de cada terme (centroides mencionats i explicats a l'apartat 4.1) cap a la resta dels centroides de cada terme de Catalunya. El fet de utilitzar aquests centroides afegeix un pas més en comparació al primer mapa, els quals es calculen mitjançant una eina de l'ArcGIS explicada en el punt 4.1 que tracta de la metodologia, i els passos enumerats que aquí correspon al pas 5. Quan els centroides ja estan creats, són els que s'utilitzaran per a poder calcular les distàncies mitjanes, que aquí és entre els centroides de cada terme municipal. Llavors es troben les mitjanes d'aquestes distàncies a través de la fórmula següent:

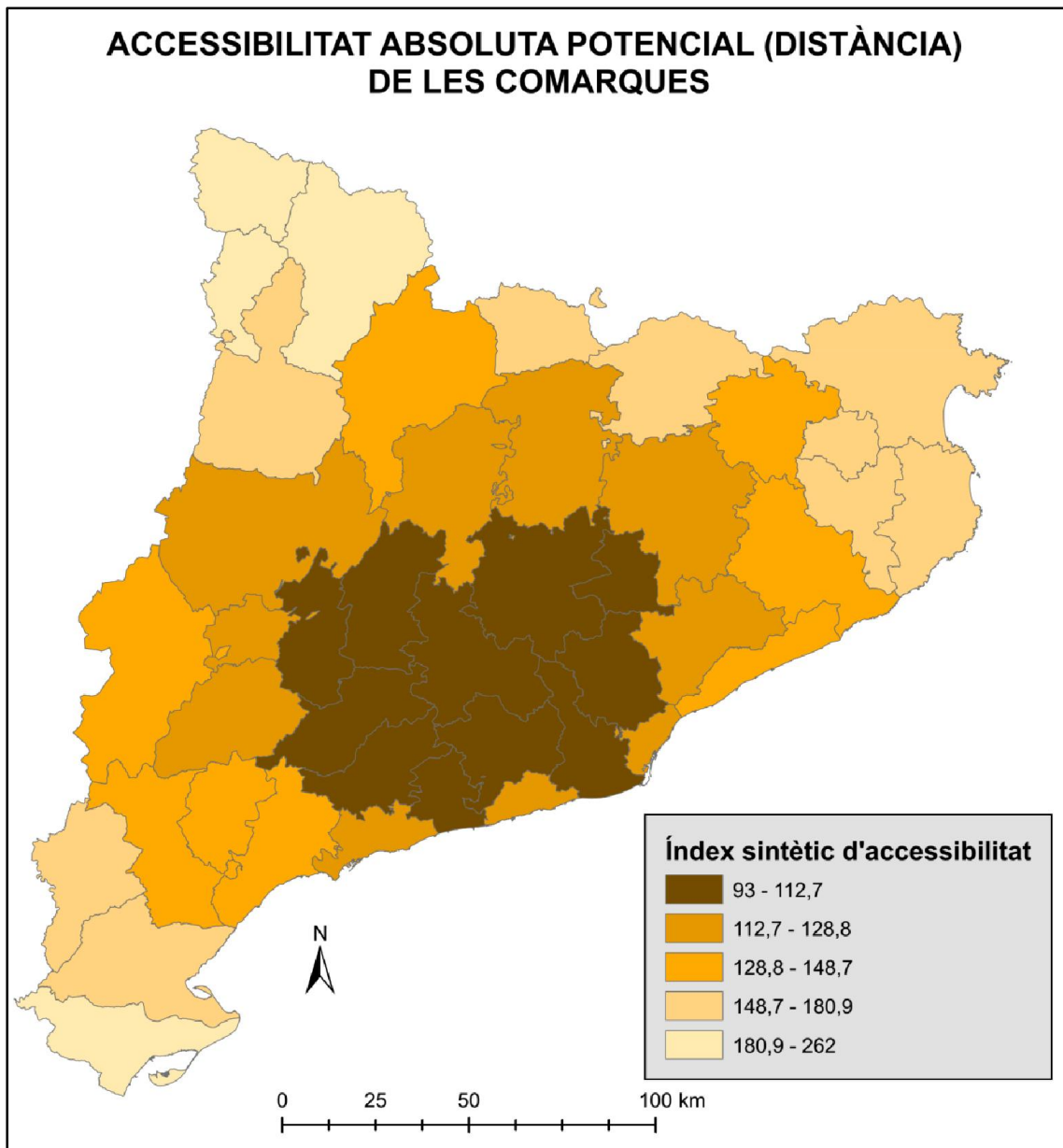
Mapa 4.2.2 Xarxa viària catalana



Font: Elaboració pròpia

$$LAAD_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n d_{ij}}{n-1}$$

La informació que mostra aquest mapa és més o menys la mateixa que en l'anterior, però la diferència rau en el fet que visualment s'identifiquen molt millor les diferents franges acolorides i evita les superposicions entre ells, cosa que passa amb mapa de punts com l'anterior.



Aquest tercer mapa, a diferència dels dos anteriors, l'accessibilitat està calculada a partir d'una divisió comarcal, és per això que, si els resultats varien, cosa que a priori no semblaria que passés, és perquè cada centroide de cada comarca representa un territori molt més ampli i conseqüentment es produeix una simplificació que condueix a una pèrdua de precisió i detall.

El càlcul de les distàncies, que aquí són comarques i l'obtenció de la mitjana, surt a partir de la fórmula següent:

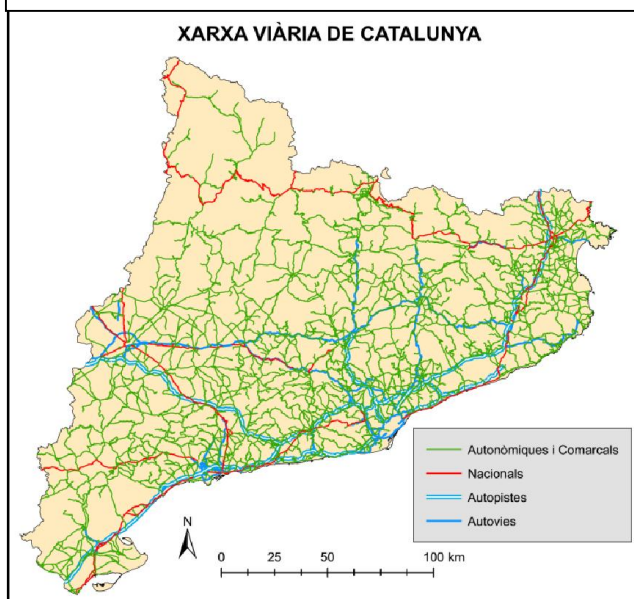
$$IAAD_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n d_{ij}}{n-1}$$

La franja que va entre 120,2 i 139,3, la part de les comarques del Baix Camp, les Garrigues i el Segrià constitueixen una franja amb una accessibilitat mitjana que reflecteix unes vies de comunicació bastant pobres entre l'interior i la costa. Pel que fa a l'Alt Urgell i el Bergadà mostren menys accessibilitat que en el mapa dels municipis possiblement perquè els detalls es minimitzen.

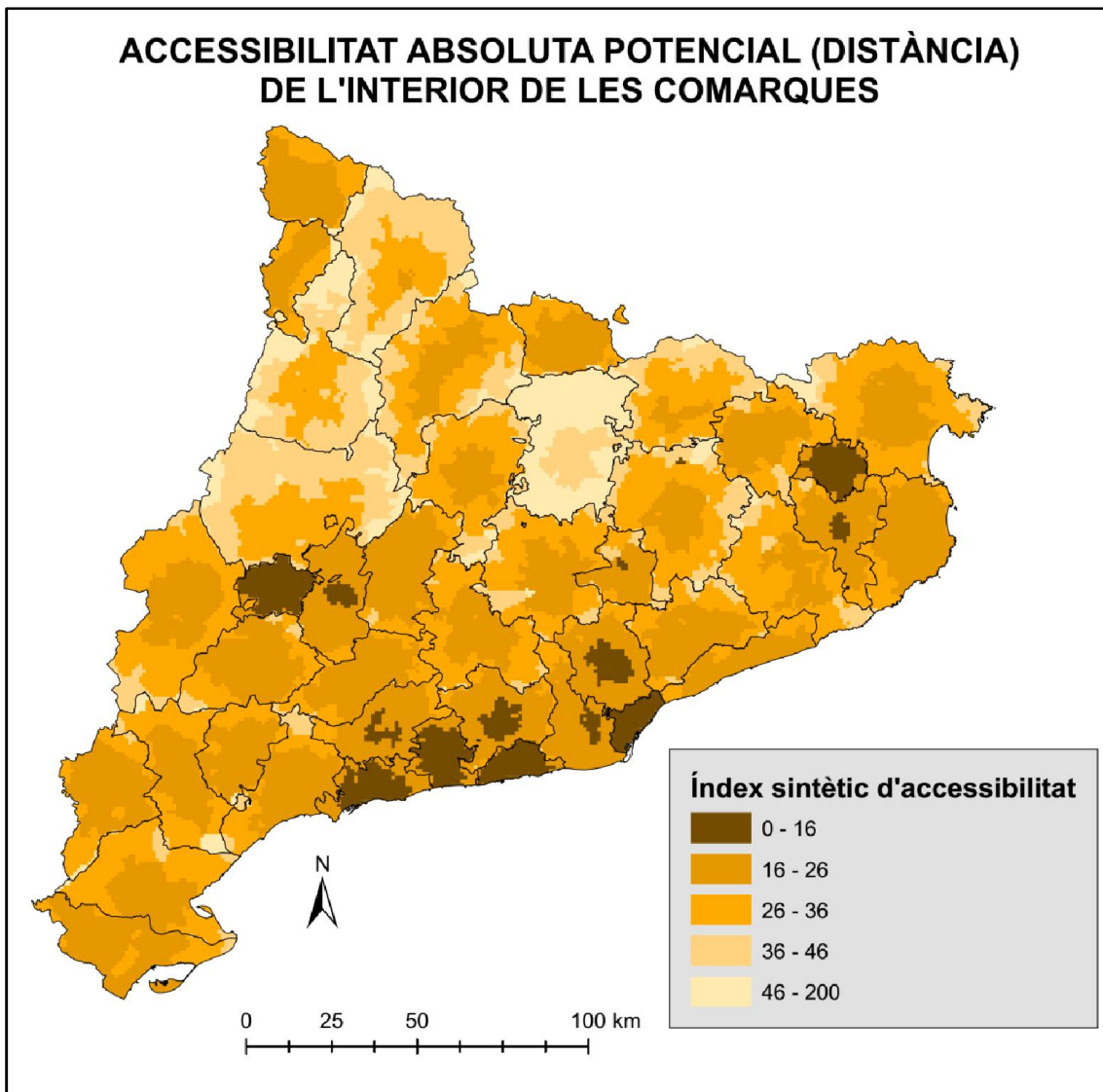
El Ripollès, la Garrotxa, el Pla de l'Estany, el Gironès i la Selva reflecteixen un nivell d'accessibilitat semblant pel fet que comparteix orogràficament la Serralada Transversal. Destaquen, a diferència del primer i segon mapa les comarques de la costa el Tarragonès, Garraf, i Barcelonès que no es troben en la franja més alta ja que la simplificació ha eliminat parcialment la influència de tota aquesta zona costanera en teoria millor comunicada per tot el seu impacte econòmic.

Les tres zones més extremes són les menys accessibles, en primer lloc pel fet d'estar allunyades i en segon lloc perquè es produeix la circumstància que tal i com s'ha esmentat en l'apartat conceptual, siguin tres zones que a nivell català són poc accessibles però si es tinguessin en compte els territoris limítrofs del Principat l'índex variaria substancialment.

Mapa 4.2.3 Xarxa viària catalana



Font: Elaboració pròpia



Aquest mapa canvia substancialment respecte als tres anteriors i això és perquè aquí els índexs s'han calculat d'una manera diferent: cadascuna de les comarques s'ha subdividit el seu territori utilitzant com a referència una malla d'un km² obtinguda de la web del Projecte Europeu que pretén estandarditzar la representació d'estadístiques que s'elaboren de tot tipus a nivell geogràfic a través d'una nova divisió territorial en forma de Malla formada per quadrants d'1 km² cadascuna. De cadascun dels quadrants s'han calculat els seus corresponents centroides. Llavors, els índexs surten de la mitjana de la suma de les distàncies a través de la xarxa viària des de cada centroide de l'interior de la comarca cap a la resta de centroides de la mateixa comarca. Els càlculs se sintetitzen en la fórmula següent:

$$IAAD_i = \frac{\sum_{j=1; j \neq i}^n d_{ij}}{n-1}$$

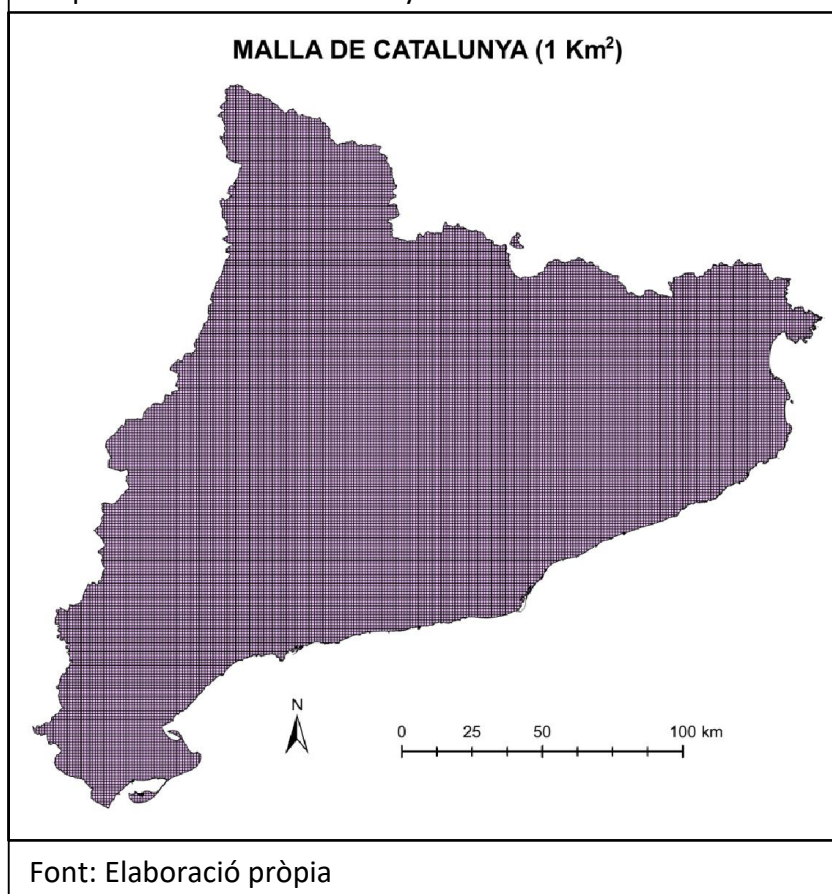
Es per aquest nivell de càlcul tan concret que els resultats no tenen gaire a veure amb els que s'han vist fins ara.

El Barcelonès, es manté amb una accessibilitat alta com a condició de capital. En les comarques

circumdants la situació varia lleugerament amb les zones més accessibles focalitzades a les seves capitals, tal com passa al Vallès Occidental i al Baix Llobregat. Seguint cap al sud es troba el Garraf, el Baix Penedès i el Tarragonès amb un índex homogenèicament baix. En les comarques circumdants com són l'Alt Camp i el Baix Penedès succeeix igual com passa amb

les del Barcelonès on l'índex és baix al voltant de les capitals.

Mapa 4.2.4 Malla de Catalunya



Fora de l'àmbit costaner es troben el Pla de l'Estany i el Pla d'Urgell, amb les seves comarques limítrofs del Gironès i l'Urgell respectivament que són dos àrees que criden l'atenció pels seus índexs baixos possiblement per ser les més petites. Pel que fa a la comarca del Berguedà destaca per sobre de la resta ja que, bona part del seu territori és muntanyós afegit al fet que la seva poca població està concentrada entre Berga, Puig-Reig i Gironella, que és la zona de color marró més fosc.

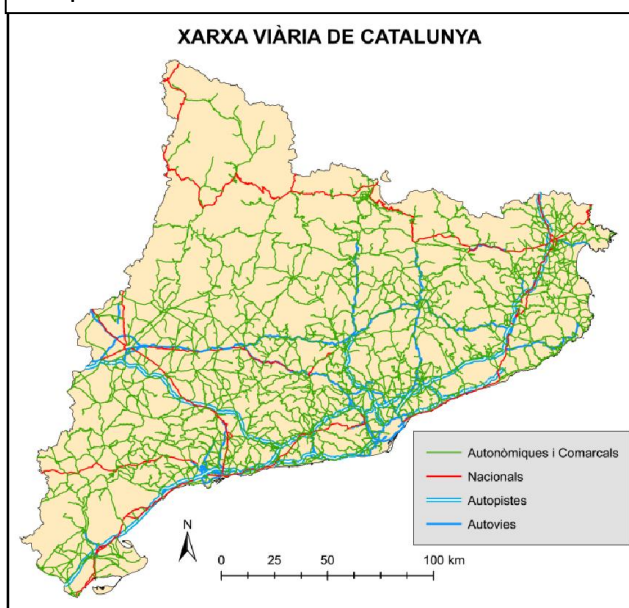
Les comarques del Nord de Lleida tenen zones amb mot poca accessibilitat, primer pel relleu corresponent a la Serra del Montsec, la Serra de Boumort i el propi Pirineu que influencien decisivament en la distribució de la xarxa, afegit a que es tracta de zones amb molt poca població i aïllada. Això contrasta però amb l'Alta Ribagorça i la Vall d'Aran, que tot i que tenen els Pirineus també s'ha de dir que tenen una gran Vall que propicia l'accessibilitat i que es tracta de zones on el sector serveis és la base de la seva activitat econòmica.

Les Terres de l'Ebre tenen una accessibilitat mitja la qual cosa demostra que la seva xarxa té un nivell bastant deficient tot i no tenir un relleu desfavorable a part dels Ports de Beseit.

Tal i com s'ha vist en aquest darrer mapa influencia la orografia del terreny ja que la mesura dels índexs és molt detallada, també val a dir que segons la importància econòmica dels llocs la inversió en la xarxa ha reduït l'impacte dels accidents geogràfics.

En definitiva, a través de l'exemple utilitzat per presentar l'accessibilitat, podem veure com estem davant d'un indicador que per a la seva utilització s'han de tenir molt clars els paràmetres del seu ús donat que, un simple canvi de decisió de l'escala escollida per a servir de centroide ens dona resultats visuals molt diferents. En qualsevol cas, els resultats assolits són molt útils per tal de comprendre la interrelació de processos físics i humans. Els mapes presentats permeten mostrar una representació territorial de la connexió del seu punt de partida particular, a totes les destinacions possibles per mitjà de les infraestructures de transport. A més a més es comprova que gràcies als Sistemes d'Informació Geogràfica el càlcul de l'accessibilitat permet

Mapa 4.2.5 Xarxa viària catalana



Font: Elaboració pròpia

introduir escenaris diferents d'una manera ràpida. Per tant, els SIG són una eina molt útil per a la mesura de l'accessibilitat (Rodrigue et al., 2017), que juntament amb les eines cartogràfiques ajuden, entre altres, a la determinació de la qualitat i accés a les infraestructures de comunicació per a la presa de decisions en l'exercici de la planificació o ordenació territorial (Pueyo Campos et al., 2009).

CONCLUSIONS

Quan vaig haver de triar el tema del treball de fi de grau, sabia que voldria que fos relacionat amb el transport i les comunicacions. En un principi però no tenia clar si volia encarar-me cap a analitzar com els moviments demogràfics entre territoris influencien en el seu creixement. D'aquí vaig passar a la comunicació entre territoris i per acotar-ho vaig decidir centrar-me en les xarxes, primer en general i després el vaig centrar en les xarxes viàries. Començant a consultar bibliografia sobre el tema vaig veure que mancaven estudis sobre l'accessibilitat de la xarxa viària a Catalunya, i vaig començar a estudiar aquesta temàtica en altres escales per veure com podia abordar-la a escala regional.

Pel que fa a la recerca d'aquesta informació no va ser fàcil ni ràpida però a poc a poc es va anar canalitzant i polint el tema. En el moment de delimitar l'estudi a elaborar és quan es va passar a buscar bibliografia, primer sobre l'accessibilitat viària a nivell català, espanyol i d'aquí es va arribar a trobar la guia holandesa de Geurs. Aquí es va fer una feina de selecció del tema a tractar i que forma part de la secció teòrica del treball. En aquesta fase comprovem la dificultat d'apropar-nos al treball de l'accessibilitat, donat que si el terme és fàcil de comprendre, quan hom intenta apropar-s'hi per tal d'aplicar-lo s'adona de la quantitat de Components i possibilitats de mesura que té. D'aquí ve que el nostre treball hàgim dedicat molt temps en la revisió en la part conceptual del terme. Per arribar a la conclusió de la importància que té qualsevol canvi en les unitats de mesura, d'escala o d'indicador de mesura o bé de components de l'accessibilitat donat que ens porta a resultats diferents, cosa que a més a més, si es representa sobre bases espacials s'aprecia molt bé.

Es per tot això que una de les principals conclusions del nostre treball és que les eines cartogràfiques ajuden a veure les possibles variacions espacials que les diferents mesures aplicades d'accessibilitat ofereixen.

Per a la part pràctica es va haver de decidir quin indicador, dels diferents que es van trobar, s'utilitzaria per calcular l'accessibilitat viària, que en aquest cas està centrada a Catalunya. Aquest indicador, que és el que s'ha estat desenvolupant en aquest estudi és el de la **Distància**. Com que no s'ha trobat una metodologia concreta dels passos a seguir per a calcular aquest factor distància de l'accessibilitat, se n'ha elaborat una, que correspon al punt 4.1 i que es va resseguint pas a pas per poder facilitar el seu ús per a qualsevol persona que en el futur ho necessiti. Aquesta elaboració va ser laboriosa perquè va suposar anar fent provatures amb el sistema assaig-error fins anar obtenint la metodologia més acurada i eficient. La realització d'aquesta part ens ha portat a observar com l'ús d'eines SIG, faciliten molt la tasca perquè permeten canviar amb facilitat els paràmetres si veiem que els resultats són incorrectes.

A l'hora d'aplicar aquesta metodologia faltava posar-ho en pràctica que és la part que correspon als mapes on es descriuen els resultats de càlculs a través de les fórmules corresponents i aplicant aquests resultats al territori català que, per especificar-ho bé s'han elaborat quatre mapes: un primer referit a nuclis municipals, el segon termes municipals, el tercer comarques i l'últim també de comarques però referit a l'accessibilitat interior de cadascuna d'elles. Els resultats dels índexs d'accessibilitat d'aquests mapes descriuen molt bé les àrees geogràfiques de més a menys accessibles indicades amb la gamma de marrons, de més fosc i progressivament a més clar respectivament.

La part que m'ha suposat tot un repte ha estat la metodologia ja que l'he hagut d'elaborar sempre vigilant no caure en errors ja que sinó tot el procés no hauria arribat a complir el seu objectiu. Per dur a terme els càlculs pertinents i de representar-los d'una forma clara he utilitzat software especialitzat amb el qual fa un temps hi estic familiaritzat encara que amb temàtiques ben diferents però el que va ser novedós per mi van ser algunes de les eines que vaig haver d'utilitzar ja que les desconeixia. També el fet d'elaborar aquest tipus de mapes no és el més habitual, i a l'hora d'analitzar-los són molts els factors intrínsecs.

Catalunya és una àrea geogràfica que, per la magnitud que té, en comparació amb d'altres properes té una mida relativament no massa gran. Tanmateix, cal dir que la seva orografia és molt complexa, és a dir, passa dels extrems d'una serralada pirenaica, passant per zones planes, fins i tot àrides, per arribar a una serralada prelitoral que acaba amb tota la costa mediterrània. Tots aquests factors influeixen en el moment de crear xarxes viàries per la dificultat que implica. Tot i això cal destacar, que de forma general hi ha tres túnels, el del Cadí i el de Viella que permeten accedir als Pirineus, aquests passos permeten facilitar l'accessibilitat i poder reduir l'impacte muntanyós. Els túnels del Garraf també han permès travessar muntanyes i poder construir unes xarxes de comunicació. Val a dir que aquests tres casos no estan amb igualtat de condicions per a tothom, i tal i com s'ha mencionat en aquest estudi, els factors humans, com el nivell econòmic, d'esforç, de temps i d'altres hi tenen molt a veure ja que només un dels túnels és gratuït; això no ajuda a cohesionar el territori ja que fa diferències entre les persones.

Si ens referim a les grans vies, l'eix transversal que va d'oest al nord-est, i les diferents autovies, ajuden a la interrelació entre territoris. La limitació que torna a tenir una dependència en el factor humà són les autopistes pel seu factor monetari.

Si en unes zones concretes hi ha uns bons índexs d'accessibilitat, s'hi portaran a terme activitats econòmiques, que al seu torn crearà llocs de treball, i al seu torn atraurà població que tindrà els serveis públics, d'educació, de lleure,...al seu abast. Això és un cercle que es retroalimenta, cosa que provoca sobrepoblació en zones molt concretes.

Per evitar precisament aquest efecte, cal una bona xarxa per a què tothom, visqui on visqui pugui tenir les mateixes oportunitats, i a la vegada crearia més homogeneïtat dins d'un mateix territori.

En definitiva, malgrat que l'indicador de mesura de l'accessibilitat aplicat en aquesta part pràctica del nostre treball no té components molt complexos, ens apropa a conclusions que ens permeten presentar els diferents aspectes de la connectivitat derivada de les infraestructures del territori català, apropant-nos a una de les hipòtesis que teníem al plantejar aquest treball i és que l'accessibilitat serà una eina bàsica per a la planificació espacial i del transport.

Les xarxes de comunicacions constitueixen elements vertebradors del territori, pel fet que impliquen una alteració potencial de les relacions socials i econòmiques específiques de l'espai, capaces de modificar les relacions basades en distància-temps més tradicionals.

Per concloure, ens agradaria indicar que l'accessibilitat es presenta com una de les variables fonamentals en la significació; funcionalitat social, productiva i de cohesió dels territoris; per la qual cosa des dels estudis territorials és una mesura que haurem de tenir sempre present i que per això és necessari recolzar-nos en estudis on el primer element sens dubte és la qualitat de les xarxes de transport que poden permetre mostrar espais beneficiats d'apropament als centres urbans amb recursos, o bé espais allunyats.

BIBLIOGRAFIA

Alonso, M. P.; Beamonde, M. A.; Gargallo, P.; & Salvador, M., (2013): *Accesibilidad laboral de los municipios aragoneses basada en flujos origen-destino*. Estadística Española, 55(182), 283-304.).

AVV (2000): *NVVP beleidsopties verkend. Deel I: Personenvervoer. Deel II: Goederenvervoer*. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Rotterdam.

B&A (2000): *Synthese Bereikbaarheid*. Eindrapport. Beleidsonderzoek & -Advies bv, The Hague.

Banister, D., Berechman J. (2000): *Transport investment and economic development*. University College London Press, London.

Batty, M. (2009): *Accessibility: in search of a unified theory*. Editorial. Environment and Planning B: Planning and Design, 36, pp. 191-194.

Ben-Akiva, M., Lerman S.R. (1979): *Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility*. Behavioural Travel Modelling, D. A. Hensher and P. R. Sopher, eds., Croom Helm, Andover, Hants, 654-679.

Bewley, R., Fiebig D.G. (1988): *A flexible logistic growth model with applications to telecommunications*. International Journal of Forecasting, 4, 177-192.

Borgia, E., Cappelli A. (1994): *Il ruolo dei transport nella programmazione del Mezzogiorno*. Franco Angeli, Milano.

Brand, D. (1991): *Research Needs for Analysing the Impacts of Transportation Options on Urban Form and the Environment. Special report 231: Transportation, Urban Form and the Environment*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 101-116

Breheny, M.J. (1978): *The measurement of spatial opportunity in strategic planning*. Regional Studies, 12, 463-479.

Burns, L.D. (1979): *Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility*. Lexington Books, Lexington/Toronto.

Calvo Palacios, J.L.; Alonso Logroño, M.P.; Pueyo Campos, A.; Jover Yuste, J.M. (1993): *"Matización de los valores cartográficos de accesibilidad por carretera de la España Peninsular en función de la variable demográfica"*. IV Jornadas de la Población Española. San Cristóbal de la Laguna: Universidad de la Laguna, pp. 191-200.

Capineri, C. (1996): *From networks to regional development: representations of Italian regional disparities*. Nectar Euroconference, 24-28 September 1996, Mons, Belgium.

Carey, H.C. (1858): *Principles of Social Science*. Lippincott, Philadelphia, PA.

Cauvin, C., Martin J.-P., Raymond H. (1993): *Une accessibility renouvelée. Circular demain*, A. Bonnafous, ed., DATAR/Editions de l'Aube, Paris, 93-127.

Cervero, R., Rood T., Appleyard B. (1997): *Job accessibility as a performance indicator: An analysis of trends and their social policy implications in the San Francisco Bay Area*. Working paper 692, University of California, Berkeley.

Chapin, F.S. (1974): *Human Activity Patterns in the City*. John Wiley & Sons, New York.

Chatelus, G., Ulied A. (1995): *Union Territorial Strategies linked to the Transeuropean Networks*. Final Report to DG VII. INRETS-DEST/MCRIT, Paris/Barcelona.

Clark, C., Wilson F., Bradley F. (1969): *Industrial location and economic potential in Western Europe*. *Regional Studies*, 3(2), 197-212.

Copus, A.K (1997): *A New Peripherality Index for European Regions. Report prepared for the Highlands and Islands European Partnership*. Scottish Agricultural College, Agricultural and Rural Economics Department, Aberdeen.

Dalvi, M.Q., Martin K.M. (1976): *The measurement of accessibility: some preliminary results*. *Transportation* 5(1976), 17-42.

Davidson, K.B. (1977): *Accessibility in transport/land-use modelling and assessment*. *Environment and Planning A*, 9, 1401-1416.

DETR (2000): *Transport 2010. The Background Analysis*. Department of the Environment, Transport and the Regions, London.

Dijst, M. (1995): *Het elliptisch leven; actieruimte als integrale maat voor bereik en mobiliteit- modelontwikkeling met als voorbeeld tweeverdieners met kinderen in Houten en Utrecht*. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap/Faculteit Bouwkunde Technische Universiteit Delft, Utrecht/Delft.

Dijst, M., Vidakovic V. (1997): *Individual Action Space in the City. Activity-based approaches to travel analysis*, D. F. Ettema and I. J. P. Timmermans, eds., Pergamon, Kidlington/New York/Tokyo, 117-134.

Erlandsson, U., Tornqvist G. (1993): *Europe in transition*. Almqvist & Wiksell International, Stockholm.

Ettema, D.F., Timmermans H.J. P. (1997): *Theories and Models of Activity Patterns. Activity-based approaches to travel analysis*, Ettema D. F. and Timmermans H. J. P., eds., Pergamon, Kidlington/New York/Tokyo, 1-36.

Ewing, G. (1986): *Spatial pattern in distance-deterrence parameters and Fotheringham's theory of competing destinations*. Environment and Planning A, 18, 547-552.

Ewing, R. (1993): *Transportation service standards—as if people matter*. Transportation Research Record 1400, pp 10-17.

Fotheringham, A.S. (1982): *A new set of spatial-interaction models: the theory of competing destinations*. Environment and Planning A, 15, 15-36.

Frost, M.E., Spence N.A. (1995): *The rediscovery of accessibility and economic potential: the critical issue of self-potential*. Environment and Planning A, 27, 1833-1948.

García Palomares, J.C. (2000): *La medida de la accesibilidad*. Revistas del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones (T.T.C.), 88, pp. 95-110.

Geurs, K.T., Ritsema van Eck J.R. (2000): *Effecten van een compacte verstedelijkingsvariant op mobiliteit, bereikbaarheid, emissies en geluid*. RIVM report 711931 003, National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.

Geurs, K.T. ; Ritsema van Eck, J.R., (2001): *Accessibility measures: review and applications, Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economic impacts*, Urban Research Centre, Utrecht University, Utrecht.

Geurs, K.T.; van Wee, B. (2004): *Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions*. Journal of Transport Geography, 12 (2), pp. 127–140.

Gordon, I.R. (1985): *Economic explanations of spatial variation in distance deterrence*. Environment and Planning A, 17, 59-72.

Greene, D. L., Liu J-T. (1988): *Automotive fuel economy improvements and consumers' surplus*. Transportation Research - A, 22 (3), 203-218.

Gunn, H.F. (1994): *The Netherlands National Model: a review of seven years of application*. International Transactions in Operational Research, 1(2), 125-133.

Gutierrez, J., Urbano P. (1996): *Accessibility in the European Union: the impact of the trans-european road network*. Journal of Transport Geography, 4, 15-25.

Guy, C.M. (1983): *The assessment of access to local shopping opportunities: a comparison of accessibility measures*. Environment and Planning B: Planning and Design, 10, 219-238.

- Hagerstrand, T. (1970): *What about people in regional science?* People of the Regional Science Association., 24, 7-21.
- Handy, S.L., Niemeier D.A. (1997): *Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives*. Environment and Planning A, 29, 1175-1194.
- Hansen, W.G. (1959): *How accessibility shapes land use*. Journal of American Institute of Planners, 25 (1), 73-76.
- Hanson, S. (1995): *Gender, Work and Space*. Routledge, New York.
- Hanson, S., Pratt G. (1990): *Geographic Perspectives on the Occupational Segregation of Women*. National Geographic Research, 6, 376-399.
- Harris, B. (2001): *Accessibility: concepts and applications*. Journal of Transportation and Statistics, 4 (2/3), pp. 15-30.
- Harris, C.D. (1954): *The market as a factor in the localisation of industry in the United States*. Annals of the Association of American Geographers, 44, 315-348.
- Hilbers, H.D., Verroen E.J. (1993): *Het beoordelen van de bereikbaarheid van lokaties. Defmiering, maatstaven, toepassing en beleidsimplicaties*. INRO-VVG 1993-09, TNO Inro, Delft.
- Huigen, P.P.P. (1986): *Binnen ofbuiten bereik? een sociaal-geografisch onderzoek in Zuidwest-Friesland*, University Utrecht, Utrecht.
- Ihlanfeldt, K.R. (1993): *Intra-urban Job Accessibility and Hispanic Youth Employment Rates*. Journal of Urban Economics, 33, 254-271.
- Ingram, D.R. (1971): *The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form*. Regional Studies, 5, 101- 107.
- Jones, S.R. (1981): *Accessibility measures: a literature review*. TRRL Report 967, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- Kalisvaart, B. (1998): *Geografie en Zorg. Een onderzoek naar ruimtelijke methoden en technieken om de bereikbaarheid van gezondheidszorg te presenteren (Geography and health care. Research on spatial methodologies and techniques to present the accessibility of health services)*. Universiteit Utrecht/RIVM, Utrecht/Bilthoven.
- Keeble, D., Offort J., Walker S. (1988): *Peripheral Regions in a Community of Twelve Member States*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Keeble, D., Owens P.L., Thompson C. (1981): *Regional Accessibility and Economic Potential in the European Community*. Regional Studies, 16(6), 419-432.

Kempers-Warmerdam, A.H.H.M. (1988): *Vergrijzen in het groen: het bereik van ouderen en de bereikbaarheid van voorzieningen in landelijke gebieden*, University Utrecht, Utrecht.

Kitamura, R., Kermanshah M. (1984): *Sequential models of interdependent activity and destination choice*. Transportation Research Record 987, 29-39.

Koenig, J.G. (1980): *Indicators of Urban Accessibility: Theory and Applications*. Transportation 9, 145-172.

Kraan, M. (1996): *Time To Travel? A Model for the Allocation of Time and Money*, Universiteit Twente.

Kwan, M-P. (1998): *Space-time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework*. Geographical Analysis, 30(3), 191-216.

Le Clercq, F., Brohm G. (1982): *De bereikbaarheid van de Amsterdamse binnenstad*. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Delft, CVS, 57-84

Lenntorp, B. (1976): *Paths in space-time environments: a time-geographic study of movement possibilities of individuals*. 44, Lund.

Lenntorp, B. (1978): *A time-geographic simulation model of individual activity programmes*. *Human Activity and Time Geography*, T. Carlstein, D. Parkes, and N. Thrift, eds., Edward Arnold, London, 162-180.

Levine, J. (1998): *Rethinking accessibility and jobs-housing balance*. Journal of American Planning Association, 64(1), 12-25.

Linneker, B.J., Spence N.A. (1992): Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain. *Environment and Planning A*, 24, 1137-1154.

López-Escolano, C.; Pueyo Campos, Á.; Postigo Vidal, R.; Alonso Logroño, M.P. (2016a): *Valoración y representación cartográfica de la accesibilidad viaria en la España peninsular: 1960-2014*. GeoFocus (Artículos), 18, pp. 169-189

Lutter, H., Piitz T., Spangenberg T. (1993): *Lage und Erreichbarkeit der Regionen in der EG und der Einfluss der Fernverkehrssysteme*. *Forschungen zur Raumentwicklung Band 23*, Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn.

Lutter, H., Piitz T., Spangenberg T. (1992b): *Accessibility and Peripherality of Community Regions: the Role of Road, Long-Distance Railways and Airport Networks*. Report to the European Commission DG XVII. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn.

- Martellato, D.; Nijkamp, P.; Reggiani, A. (1998): *"Measurement and measures of network accessibility: economic perspectives"*. En: Button, K.; Nijkamp, P.; Priemus, H. (eds.), *Transport Networks in Europe: Concepts, Analysis and Policies*. Cheltenham: Edward Elgar, pp. 161–179.
- Martensson, S. (1978): *Time allocation and daily living conditions; comparing regions. Timing space and spacing time.*, T. Carlstein, D. N. Parkes, and N. J. Thrift, eds., Edward Arnold, London, 147-181.
- Martin, K.M., Dalvi M.Q. (1976): *The comparison of accessibility by public and private transport*. *Traffic Engineering and Control*, 509-513.
- McLafferty, S., Preston V. (1992): *Spatial Mismatch and Labor Market Segmentation for African-American and Latino Women*. *Economic geography*, 68(4), 406-431.
- Miller, H.J. (1991): *Modelling Accessibility Using Space-Time Prism Concepts within Geographical Information Systems*. *International Journal of Geographical Systems*, 5(3), 287-301.
- Miller, H.J. (1999): *Measuring Space-Time Accessibility Benefits within Transportation networks: Basic Theory and Computational Procedures*. *Geographical analysis*, 31(2), 187-212.
- Monzón de Cáceres, A. (1988b): *Los indicadores de accesibilidad y la planificación del transporte: Concepto y clasificación*. *Revistas del Ministerio de Transporte, Turismo y Comunicaciones (T.T.C.)*, 35, pp. 11-18.
- Morris, J.M., Dumble P.L., Wigan M.R. (1979): *Accessibility indicators for transportation planning*. *Transportation Research A*, Vol. 13, 91-109.
- MuConsult (1994): *Operationalisatie van het begrip bereikbaarheid - OBER (Operationalisation of the concept accessibility)*. MuConsult BV, Utrecht.
- Niemeier, D.A. (1997): *Accessibility: an evaluation using consumer welfare*. *Transportation* 24, 377-396.
- NVVP (2001): *Nationaal Verkeers- en Vervoersplan 2001-2020. Deel A: Hoofdpijnen van beleid*. Tweede Kamer, Vergaderjaar 2000-2001, 27 455, nr. 2-3, Tweede Kamer der Staten Generaal, Den Haag.
- Pacione, M. (1989): *Access to urban services - the case of secondary schools in Glasgow*. *Scottish Geographical Services*, 105, 12-18.
- Páez, A.; Scott, D.M.; Morency, C. (2012): *Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators*. *Journal of Transport Geography*, 25, pp. 141-153.

- Patton, T.A., Clark N. (1970): *Towards an accessibility model for residential development*. Tewkesbury Symposium, University of Melbourne, 266-2103.
- Rodrigue, J.P.; Comtois, C.; Slack, B. (2017): *The Geography of Transport Systems*. Abingdon: Routledge, quarta edició.
- Seguí Pons, J.M.; Martínez Reynés, M.R. (2004): *Geografía de los transportes*. Palma: Universitat de les Illes Balears
- Shen, Q. (1998): *Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers*. Environment and Planning B: planning & design., 25(3), pp 345-65.
- Simmonds, D., Jenkinson N. (1993): *Regional Economic Impacts of the Channel Tunnel*. PTRC Summer Annual Meeting. Proceedings of Seminar A, Manchester, PTRC, London, 191-204.
- Simmonds, D., Jenkinson N. (1995): *The impact of changing transport services in Europe*. Tire european transport forum, 121 -34.
- Song, S. (1996): *Some Tests of Alternative Accessibility Measures: A Population Density Approach*. Land Economics {12(4)}, 474-482.
- Spiekermann, K., Wegener M. (1994): *The shrinking continent: new time-space maps of Europe*. Environment and Planning B: Planning and Design, 21, 653-673.
- Spiekermann, K., Wegener M. (1996): *Trans-European networks and unequal accessibility in Europe*. European journal of regional development (4/96).
- Spiekermann, K., Wegener M. (1999): *Socio-economic and spatial impacts of trans-european transport networks: the SASI project*. World Transport Research: Selected Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research, Elsevier Science, Limited, Oxford, United Kingdom, pp 57-70.
- Stewart, J.Q. (1947): *Empirical mathematical rules concerning the distribution and equilibrium of population*. Geography Review, 37, 461-485.
- Stewart, J.Q. (1948): *Demographic Gravitation: Evidence and Application*. Sociometry, 11(1-2), 31-58.
- SVVII (1990): *Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer. Verkeer en vervoer in een duurzame samenleving -deel d: regeringsbeslissing*. Sdu Uitgeverij, Den Haag.
- Sweet, R.J. (1997): *An aggregate measure of travel utility*. Transportation Research Part B, 31(5), 403-16.
- Thill, J.C., Horowitz J.L. (1997): *Travel time constraints in Destination Choice sets*. Geographical Analysis, 29(April), 108-23.

- Tornqvist, G. (1970): *Contact systems and regional development*. C. Gleerup W.K, Lund.
- V&W (1995): *Internationale vergelijking infrastructuur*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Hague.
- Veldhuisen, J., Timmermans H., Kapoen L. (2000): *RAMBLAS: a regional planning model based on the microsimulation of daily activity travel patterns*. Environment and Planning A, 32 (3), 427-443.
- Vickerman, R.W., Spiekermann K., Wegener M. (1999): *Accessibility and economic development in Europe*. Regional Studies, 33, 1-15.
- Vickerman, R.W. (1974): *Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility*. Environment and Planning A, 6, 675-691.
- Vlek, C., Steg L. (1996): *Societal Reasons, Conditions and Policy Strategies for Reducing the Use of Motor Vehicles*. Towards sustainable transportation, Vancouver, Canada, March 24-27.
- VROM (1976): *DerdeNota over de Ruimtelijke Ordening. Deel 2: Verstedelijkingsnota. Tweede Kamer, vergaderjaar 1975-1976, nr. 13754 1-2*, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague.
- Wickstrom, G.V. (1971): *Defining balanced transportation - a question of opportunity*. Traffic Quarterly, 25(3), 337-349.
- Wilson, A.G. (1971): *A family of spatial interaction models, and associated developments*. Environment and Planning, 3 (1), 1-32.
- Ypma, B. (2000): *Internationale vergelijking van de plaats van bereikbaarheid in het verkeer- en vervoerbeleid*. B&A Beleidsonderzoek & -Advies, The Hague.